

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



**ЗБІРНИК
СТУДЕНТСЬКИХ НАУКОВИХ
ПРАЦЬ**

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

№1
(13)

2024

Вінницький національний аграрний університет

Збірник
студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ
№ 1(13), 2024

м. Вінниця 2024

**Збірник студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ
№ 1(13), 2024**

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

Засновник:

Вінницький національний аграрний університет

Редакційна колегія:

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

Заступники головного редактора:

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

Члени редакційної колегії:

кандидат технічних наук, доцент **Холодюк О.В.**;
кандидат сільськогосподарських наук, доцент **Новгородська Н.В.**;
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, ст. викладач **Коляновська Л.М.**;
студент інженерно-технологічного факультету **Хрищенко В.В.**;
студент факультету агрономії та лісівництва **Квасневський О.А.**;
студентка факультету технології виробництва, переробки та робототехніки у
тваринництві **Гриневич М.О.**

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

© **Вінницький національний аграрний університет, 2024**

Collection of student research papers
AGRICULTURAL SCIENCES
№ 1(13), 2024

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

Founder:

Vinnytsia National Agrarian University

Editorial board:

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

Deputy Editors-in-Chief:

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

Members of the Editorial Board:

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **Kholodiuk O.**;
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor **Novhorodska N.**;
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 **Khryshcheniuk V.**;
student of the Faculty of Agronomy and Forestry **Kvasnevsky O.**;
student of the Faculty of Production Technology, Processing and Robotics in Animal
Husbandry **Hrynevych M.**

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

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

© Vinnytsia National Agrarian University, 2024

**Збірник студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ**

До друку приймаються статті за спеціальностями:

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

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

Матеріали друкуються українською та англійською мовами.

Номер схвалено і рекомендовано до друку рішенням Вченої ради
Вінницького національного аграрного університету,
протокол № 10 від 22 квітня 2024 року.

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

Підписано до друку 22 квітня 2024 року

Формат 60x84/8.

Папір офсетний. Друк офсетний.

Ум. Друк. арк. 39,5. 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 № 10 dated April 22, 2024.

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

Signed for printing on April 22, 2024

Format 60x84/8.

Offset paper. Offset printing.

Mind. Printing. Ark. 39,5. Circulation 100. Deputy. No __

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

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

ЗМІСТ

НАПРЯМ 1. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИННИЦТВА В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ

Д. СВЯЩУК. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МІКРОДОБРИВА РЕКСОЛІН АВС НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ ЗЕРНОВОЇ КУКУРУДЗИ.	13
А. БОБЧАК. ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА РІСТ, РОЗВИТОК ТА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ ЗЕРНА БОБІВ КОРМОВИХ.	19
Т. ДЕШЕВА. ПЕРСПЕКТИВИ БІОЛОГІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ ТА РІЗНИХ ПОПЕРЕДНИКІВ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ.	26
В. ДЕРКАЧ. ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ ЯЧМЕНЮ (<i>HORDEUM VULGARE</i> L.).	30
В. МАНІЛКО. КОНТРОЛЬ ШКІДЛИВОСТІ БУР'ЯНІВ В АГРОФІТОЦЕНОЗІ КУКУРУДЗИ.	36
А. ГРИГОРУК. ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ ВИДУ <i>BRASSICA NAPUS</i> L.	42
А. КАЛІНУШКА. АМЕРИКАНСЬКИЙ БІЛИЙ МЕТЕЛИК. (<i>HYRPHANTRIA CUNEA</i> DRURY.).	48
Д. КОШЕЛЬ. БУРЯКОВА ЛИСТОВА ПОПЕЛИЦЯ (<i>APHIS FABAE</i> SCOP.) : МОРФОЛОГІЧНІ ОЗНАКИ, БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ЗАСОБИ ЗАХИСТУ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ.	55
А. МУСІЙЧУК. БІОЛОГІЯ РОЗВИТКУ, ПОШИРЕННЯ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЖОВТО-БУРОГО МАРМУРОВОГО КЛОПА (<i>HALYOMORPHA HALYS</i> STAL.).	61
Д. НАЛУЦИШЕНА. ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ НУТУ (<i>CICER ARIETINUM</i> L.).	68
С. РОМАНЕНКО. СВІТЛОВА ФАЗА ФОТОСИНТЕЗУ.	74
А. СОЛТАНОВСЬКА ПЕРСПЕКТИВИ ПЕРЕРОБКИ КУКУРУДЗИ НА БІОЕТАНОЛ.	79
Я. СОВІНСЬКИЙ. РОЛЬ АЗОТУ В ЖИТТІ РОСЛИН.	85
А. СВИСТУН. ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ РОДУ <i>TRITICUM</i> .	91
В. ТРАЧУК. КАРТОПЛЯНА МІЛЬ (<i>RHYNCHOTAENIA OPERCULELLA</i> ZELL.).	97
І. ЗАЯЦЬ. АКТУАЛЬНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ З КУКУРУДЗИ.	104
Д. БЛАХ. ФОРМУВАННЯ РИНКУ СОЇ ТА ПРОДУКЦІЇ ЇЇ ПЕРЕРОБКИ В УКРАЇНІ.	109
А. ЗДОВБІЦЬКА, О. БУГАЙ. АДАПТИВНО-БІОЛОГІЗОВАНІ СИСТЕМИ ПІДЖИВЛЕННЯ СОЇ.	115
Р. ГНОТ. СОНЯШНИК. ТРАДИЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ.	124
М. БІЛОСТЕГНЮК. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЛЕТЮЧОЇ САЖКИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ.	130

С. МЕЛЬНИК , ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ У РОСЛИННИЦТВІ: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ.	135
О. ПРУДИВУС . ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ТРИВАЛІСТЬ МІЖФАЗНИХ ПЕРІОДІВ ГОРОШКУ ПОСІВНОГО.	138
Б. ТРУБИЦЬКИЙ . ОЦІНКА ЯКОСТІ НУТУ.	144
А. ЯКОВЕЦЬ . УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ.	149
НАПРЯМ 2. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЛІСОВОГО ТА САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА	
А. БЕВЗ . ГЕОЛОГІЧНІ ПАМ'ЯТКИ ПРИРОДИ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ ЯК ОБ'ЄКТИ ГЕОТУРИЗМУ.	154
К. МОРОЗ . ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ҐРУНТІВ УКРАЇНИ: СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ.	165
Л. КАПШИЦЬКА . РЕАКЦІЯ РОСЛИН НА ПОЗИТИВНІ ТА НЕГАТИВНІ ЕМОЦІЇ ЛЮДИНИ.	171
Л. НІКІТЕНКО . ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ПрАТ «МХП» ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ПРОДУКЦІЇ ТМ «НАША РЯБА»	175
В. ЖУРБЕЛЮК . БІОЛОГІЗОВАНА СИСТЕМА ЖИВЛЕННЯ СОЇ, ЯК ЕЛЕМЕНТ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ.	182
Д. КЛЕШКО . ВПЛИВ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ НА ФІЗІОЛОГІЮ ТА МОРФОЛОГІЮ РОСЛИН.	187
В. КОБЗАР . ВИРОЩУВАННЯ КІМНАТНИХ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН.	193
В. КОСТУР . БОНІТУВАННЯ ҐРУНТІВ ТА ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗЕМЕЛЬ.	198
Д. ЛУКЯНИЦЯ . ОРГАНІЧНЕ РОСЛИННИЦТВО.	202
О. МИКИЧУР . ВПЛИВ АНТАГОНІСТИЧНИХ МІКРООРГАНІЗМІВ НА ЗАХИСТ РОСЛИН ВІД ПАТОГЕНІВ.	207
О. МЕЛЬНИК . ТОПОГРАФУВАННЯ МІСЦЕВОСТІ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЗЕМЕЛЬ ВІННИЧЧИНИ.	213
Х. ПЕТЛІНСЬКА . ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА АКТИВНОСТІ АНТИОКСИДАНТНИХ ФЕРМЕНТІВ ЗА ДІЇ ПОСУХИ У ПЕРІОДИ ВВСН 30-39 ТА ВВСН 51-69.	202
В. ШАФОРСТ . ВПЛИВ ХІМІЧНИХ ЗАСОБІВ НА ПОПУЛЯЦІОКОРИСНИХ КОМАХ.	225
В. ПРОТАСОВА . ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОДЕЗІЇ ТА ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ АГРАРНИМИ РЕСУРСАМИ.	230
М. СТЕБЛИНА . МОРФОЛОГІЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ПАВЛОВНІЇ (<i>PAULOWNIA</i>).	236
Б. ВОРОНА . ВПЛИВ КОМАХ-ЗАПИЛЮВАЧІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР.	242

I. ВЕНАР. BIOSAFETY AND BIOSECURITY ISSUES IN TODAY'S ENVIRONMENT.	248
Т. КОШЛАЙ. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ РІЧКИ СІЛЬНИЦЯ У ТУЛЬЧИНСЬКОМУ РАЙОНІ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ.	254
I. ДЕМ'ЯНОВА. ВИРОЩЕННЯ МІКРОЗЕЛЕНІ В ДОМАШНІХ УМОВАХ.	259
К. КРИМЕЦЬ. СЕЛЕКЦІЯ І ВИРОЩУВАННЯ ЧАЙНО-ГІБРИДНИХ ТРОЯНД.	264
М. ОРЛАКАНСЬКИЙ. TOPIARY ART. CLASSIFICATION AND TOPIARY FORMS.	272
Н. СМАЛЬ. ТВОРЧІСТЬ У ДИЗАЙНІ ЛАНДШАФТУ ТА МОВНЕ СЕРЕДОВИЩЕ.	278
А. ТВЕРДОХЛІБ <i>FORSYTHIA</i> : ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ.	284
НАПРЯМ 3. ЕНЕРГООЩАДНІ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ	
М. ШИНКАРУК. ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЕФОРМАЦІЇ ҐРУНТУ ПІД ДІЄЮ РОБОЧИХ ОРґАНІВ РОТАЦІЙНОЇ БОРОНИ.	292
В. БАЗАЛИЦЬКИЙ. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОНТУРНОЇ ОБРІЗКИ КРОН ПЛОДОВИХ ДЕРЕВ.	300
В. ЮЗЬКО. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ УТИЛІЗАЦІЇ ОПАЛОГО ЛИСТЯ: АНАЛІЗ, ТЕХНОЛОГІЇ, ПЕРСПЕКТИВИ.	306
Д. ПАВЛЮК. ПЕРСПЕКТИВИ ЕКОЛОГОЕФЕКТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОТРЕБ ПІДПРИЄМСТВ АПК ЗА РАХУНОК ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ.	314
Б. БЕРЕЖНИЙ. ВПЛИВ ЯКОСТІ ЗАПАСНИХ ДЕТАЛЕЙ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ: АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ.	319
А. ДЯЧЕНКО. ПРОТИКОРОЗІЙНИЙ ЗАХИСТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ: ВІД ЗБЕРІГАННЯ ДО ЕФЕКТИВНОГО ЗАХИСТУ.	326
В. ШКУТА. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ТА КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ.	334
В. ГУДИМА. ОСОБЛИВОСТІ ОБРОБІТКУ ЗЕРНОВИХ КОРМІВ.	340
В. МАРУСЯК. ГРАНІТНІ АКУМУЛЯТОРИ ТЕПЛА ДЛЯ ГЕЛІОПІДГРІВАЧІВ ПОВІТРЯ.	346
О. МЕЛЬНИК. ДОСЛІДЖЕННЯ РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГИ В РОЗПОДІЛЬЧІЙ МЕРЕЖІ З РОЗОСЕРЕДЖЕНОЮ ГЕНЕРАЦІЄЮ.	355
В. ОСАВОЛЮК. ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТРАКТОРІВ ЗАРУБІЖНОГО ВИРОБНИЦТВА КОМПАНІЇ CLAAS.	363

V. KAVUNOV. DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR REMOTE DETECTION OF EXPLOSIVE DEVICES AND POLLUTION ON AGRICULTURAL LAND.	369
В. ХРИЩЕНЮК. ПОСІВНІ РОБОТИ В УКРАЇНІ - СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ.	377
С. ЧЕПЛЬ. ОГЛЯД МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ОКСИДУ КАРБОНУ І РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ СЕНСОРА.	382
Д. ШЕВЧЕНКО. УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ БОРОТЬБИ З КОРОЗИЄЮ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ УСТАНОВКАХ.	387
Р. ХАРЧЕНКО. РОЗРОБКА МЕТОДУ ВИЯВЛЕННЯ ОБЛИЧЧЯ.	395
Д. ВОЛИНСЬКИЙ. ВИКОРИСТАННЯ ДРОНІВ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.	400
А. БЛАЩУК. ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРІВ JOHN DEERE.	407
В. КОГУТ. ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ МАШИН ДЛЯ ЗАХИСТУ ҐРУНТУ ВІД ВІТРОВОЇ ТА ВОДЯНОЇ ЕРОЗІЇ.	413
І. ШКВАРИЛО. ВИКОРИСТАННЯ БПЛА ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ВОЛОГОСТІ ҐРУНТУ ТА СТАНУ РОСЛИН.	417
В. ТРИМАЛЮК. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН ЗА ДОПОМОГОЮ ВИКОРИСТАННЯ АГРОДРОНІВ.	423
В. КОЛІСНИК. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ ЛОКАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ З РОЗОСЕРЕДЖЕНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ.	427
П. НАВАЖАНЮК. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ САМОХІДНОЇ СЕЛЕКЦІЙНОЇ СІВАЛКИ З ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ ВИСІВУ	435
О. КОЧМАРУК. АНАЛІЗ ТА РОЗРОБКА ЗАХИСТУ ВІД ГРОЗОВИХ ПЕРЕНАПРУГ В БУДІВЛЯХ, СПОРУДАХ І ПРОМИСЛОВИХ КОМУНІКАЦІЯХ.	441
А. КОВАЛЬ. ОЦІНКА ТЕРМІНУ СЛУЖБИ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА ЗА ВРАХУВАННЯ СИСТЕМАТИЧНИХ ПЕРЕВАНТАЖЕНЬ.	449
<i>НАПРЯМ 4. ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ СУЧАСНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ.</i>	
Н. ГАЛЬОМКО. ОПТИМІЗАЦІЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ТА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПЛУГОВИХ ЛЕМЕШІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ.	458
Б. ПЕРХАЙЛО. ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ.	465
А. ТИЩЕНКО. ЕРГОНОМІКА СУЧАСНОГО ТРАКТОРА.	471

М. ШИНКАРУК. ПІСЛЯВОЄННА ІНТЕГРАЦІЯ УЧАСНИКІВ БОЙОВИХ ДІЙ ДО ЦИВІЛЬНОГО ЖИТТЯ – ЦЕ ЗАДЕКЛАРОВАНЕ ПРАВО КОЖНОЇ ЛЮДИНИ ТА ОБОВ'ЯЗОК УКРАЇНСЬКОГО СУСПІЛЬСТВА.	479
І. БЕРЕЗОВСЬКИЙ, А. КУЗЬМИЧ. МЕТОДИ ВІДНОВЛЕННЯ ВАЛІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ ТА ПРОМИСЛОВИХ ГАЛУЗЯХ: АНАЛІЗ, ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ	487
Ю. ЗЕЛІНСЬКА. ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЯГОВОГО ОПОРУ РОЗПУШУВАЛЬНОЇ СТІЙКИ.	494
В. НАГОРЯНСЬКА. ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ ВІБРАЦІЙНОГО ПОДРІБНЮВАЧА ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ ГРАНУЛ (ПЕЛЕТ).	502
Д. ВОЛИНСЬКИЙ. АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ТА ВИБІР СУЧАСНОГО МАТЕРІАЛУ ЗД ДРУКУ.	509
В. ГАНЖА. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ЩІЛЬНОСТІ СТЕБЛОВИХ КОРМІВ В СЕРЕДИНІ РУЛОНУ.	515
І. НАГОРНЯК. ВИПРОБУВАННЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ГІДРАВЛІЧНИХ ГАЛЬМІВНИХ УСТАНОВОК.	523
І. ЗАЄЦЬ. ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДА ІЗ РОЗДІЛЬНИМ КЕРУВАННЯМ ГРУПАМИ ПОРШНІВ.	529
М. СТУДНИЦЬКИЙ. ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ДВИГУНА РОТАХ 912.	537
О. ЖОМІР. УДОСКОНАЛЕННЯ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ КОМБАЙНА.	543
Ю. МУРАВСЬКИЙ. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБКИ СОЛОМИ КОЛОСОВИХ КУЛЬТУР.	548
Д. ЧЕРВІНСЬКИЙ. ГІДРАВЛІЧНА СИСТЕМА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИНАХ ДЛЯ ОБРОБКУ ҐРУНТУ.	556
М. ФРАНЧУК. РОЗРОБКА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРЕС-БРИКЕТІВ.	564
І. ТВЕРДОХЛІБ. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МАЛОГАБАРИТНИХ ҐРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ.	571
<i>НАПРЯМ 5. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РІШЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА</i>	
А. МАТЕЄНКО. МЕТОДИ ЛІКУВАННЯ ОНКОЛОГІЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ У ТВАРИН.	577
К. СКРИНСЬКА. УМОВИ УТРИМАННЯ ДОМАШНІХ ТА СВІЙСЬКИХ ТВАРИН ТА ЇХ ЕКОЛОГІЧНА ЕТИКА.	583
О. ХРУСТІВСЬКИЙ. ПЕРЕЛИВАННЯ КРОВІ ТВАРИНАМ (ГЕМОТРАНСФУЗІЯ).	589

Ю. ЗАДОРОЖНЮК. СУЧАСНІ МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ПРОДУКТІВ ТВАРИННОГО ПОХОДЖЕННЯ.	596
В. ЯЩУК. ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КОРОПА В ПОЛІКУЛЬТУРІ З БЛИМ ТОВСТОЛОБОМ.	602
В. ЗАВАЛА. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ВІТАМІННО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВОК В ГОДІВЛІ ТВАРИН.	608
М. ГЕРИНЕЦЬ. ВПЛИВ ТРИВАЛОСТІ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПЕРІОДІВ У КОРІВ НА РЕПРОДУКТИВНІ ЯКОСТІ І ЇХ МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ.	614
А. КОВЧУК. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНИХ УМОВ УТРИМАННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ МОЛОЧНОЇ ХУДОБИ.	620
НАПРЯМ 6. ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ВИРОБНИЦТВА ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ	
А. БІГАС. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ОБРОБЛЕННЯ КРОХМАЛЮ.	628
Ж. ЕЛЬ АСТАЛ. КИСЛОМОЛОЧНІ ПРОДУКТИ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.	634
К. БІЛЯВЕЦЬ. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АМАРАНТОВОЇ ОЛІЇ ТА ГУАРОВОЇ КАМЕДИ У ПРИГОТУВАННІ ФРУКТОВОГО ПЮРЕ ДЛЯ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ.	641
В. БАБІЙ. РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЙ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.	647
В. ПАВЛЮК. АНАЛІЗ СИНБІОТИЧНИХ КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ.	653
К. ЩЕРБИНА. ВИБІР ЗАКВАСКИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ФЕРМЕНТОВАНОГО МОЛОКОВМІСНОГО ПРОДУКТУ З ЗАДАНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ.	659
О. ПРОЦЮК. ОЦІНКА ПРОДУКТІВ РОЗПАДУ СОНЯЧНОЇ ТА УФ-ІНДУКОВАНОЇ ФОТОЛІТИЧНОЇ ДЕГРАДАЦІЇ ХАРЧОВОГО БАРВНИКА ТАРТРАЗИНУ (Е 102).	665
М. ГРИНЕВИЧ. ЗНАЧЕННЯ КИСЛОМОЛОЧНИХ НАПОЇВ В ДІЄТИЧНОМУ ХАРЧУВАННІ.	671
А. СТАВНІЙЧУК. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ В ХАРЧУВАННІ З ТОЧКИ ЗОРУ ОЗДОРОВЧИХ ПРОДУКТІВ.	678

НАПРЯМ

1

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИННИЦТВА В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ



Дмитро СВЯЩУК¹,

студент 3 курсу,

факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МІКРОДОБРИВА РЕКСОЛІН АВС НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ ЗЕРНОВОЇ КУКУРУДЗИ

***Анотація.** Кукурудза є однією із основних зернофуражних культур України та Світу, яка може використовуватись у різних галузях народного господарства. Одним із резервів підвищення урожайності кукурудзи є оптимізація системи живлення рослин на основі застосування позакоренових підживлень мікродобривами. Актуальність оптимізації забезпечення рослин макро- і мікроелементами істотно зростає в умовах дефіциту традиційних видів органічних добрив, великої вартості мінеральних добрив та глобальної зміни клімату.*

У статті наведено результати досліджень з вивчення впливу мікродобрива Рексолін АВС на ростові процеси, елементи структури врожаю, урожайність та якість продукції гібридів кукурудзи різних груп стиглості, а також приведена економічна оцінка ефективності досліджуваного чинника у технології вирощування кукурудзи.

***Ключові слова:** кукурудза, гібрид, мікродобрива Рексолін АВС, продуктивність*

***Annotation.** Corn is one of the main grain and fodder crops in Ukraine and the world, which can be used in various sectors of the economy. One of the reserves for increasing corn yields is to optimize the plant nutrition system through the use of foliar fertilization with microfertilizers. The relevance of optimizing the supply of macro- and microelements to plants is growing significantly in the face of a shortage of traditional types of organic fertilizers, the high cost of mineral fertilizers, and global climate change.*

¹Науковий керівник: Паламарчук В.Д., д. с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ.

The article presents the results of research on the effect of the microfertilizer Rexolin ABC on growth processes, elements of the yield structure, yield and quality of maize hybrids of different maturity groups, as well as an economic assessment of the effectiveness of the studied factor in maize cultivation technology.

Key words: corn, hybrid, Rexolin ABC microfertilizers, productivity

Вступ. Вирощування кукурудзи є важливою компонентою сільського господарства, і зміни в площі її вирощування мають велике значення для світового ринку зерна. В Україні, в останні роки спостерігається зниження площі вирощування кукурудзи, зокрема у 2022 році на 17% викликане агресією Росії, яка може вплинути на вирощування та експорт даної культури. Такі зміни можуть мати серйозні наслідки для українського ринку та економіки загалом, а також для світового ринку кукурудзи, оскільки Україна є одним з провідних виробників цієї культури [1].

Збільшення виробництва та експорту зерна кукурудзи сприяє розвитку економіки України, забезпечує робочі місця та збалансований зовнішньоекономічний обмін. За даними вітчизняних експертів, темпи росту продуктивності кукурудзи в Україні впродовж 10 років в декілька раз перевищують ті ж самі показники США [2]. Зростання зацікавленості до вирощування кукурудзи обумовлюється наступними чинниками: попит на світовому ринку, висока рентабельність та глобальні зміни клімату [3].

Можливість переробки частини урожаю кукурудзи на етанол є важливим напрямом виробництва біопалива. Цей процес стає все більш актуальним у зв'язку з нестачею традиційних видів енергетичних ресурсів і зростанням зацікавленості до використання біомаси у якості сировини для отримання альтернативних видів палив. Отриманий з кукурудзи етанол, може бути використаний як домішка до бензину для підвищення октанового числа палива. У Європейських країнах та Північній Америці на сьогодні існують великі показники виробництва етанолу з кукурудзи. В цьому напрямі використання кукурудзи важливо збільшити урожайність кукурудзи для створення можливості переробки її на біоетанол, не піддаючи небезпеці продовольчу безпеку або екосистеми [4].

В середньому з 1 тони зерна кукурудзи можна отримати 320-413 л біоетанолу. Виробництво етанолу з кукурудзи, згідно даних експертів, збільшиться на 70 % [3, 4].

Одним з вагомих резервів збільшення продуктивності кукурудзи є оптимізація забезпечення рослин макро- та мікроелементами за рахунок системи удобрення. Оскільки кукурудза має великий витратний ресурс на формування урожаю високої якості. Добре розвинена коренева система і тривалий період вегетації дозволяють кукурудзі ефективно використовувати доступні поживні речовини з ґрунту. Нам важливо забезпечити оптимальний баланс елементів живлення, що сприятиме оптимізації росту і розвиток рослин, яка в подальшому забезпечить формування високих врожаїв зерна кукурудзи [5].

В таких умовах вирішальним елементом формування продуктивності кукурудзи є забезпечення її рослин елементами живлення в критичні періоди, яке

можна досягти шляхом проведення позакореневих підживлень мікродобривами.

Виклад основного матеріалу. Польові дослідження проведено впродовж 2022–2023 рр. на дослідному полі ТОВ «Органік-Д» смт. Сутиски. Ґрунт дослідної ділянки – сірий лісовий, із наступними показниками агрохімічного складу: вміст гумусу – 2,12 %, легкогідролізованого (рухомого) азоту (за Корнфілдом) – 87 мг/кг ґрунту, рухомих форм фосфору (за Чириковим) – 92 мг/кг ґрунту, калію – 110 мг/кг ґрунту, рН – 6,3.

Важливою умовою формування продуктивності є тривалість періодів вегетації та фенологічних фаз. Саме інтенсивність ростових процесів визначає кількість утвореної органічної речовини. Характеристику досліджуваних гібридів за тривалістю основних періодів вегетації залежно від застосування мікроелементів представлено в таблиці 1.

Тривалість періоду «сівба-сходи» не відрізнялася у досліджуваних гібридів кукурудзи, і в середньому становила 8 діб. Тривалість періоду «сходи-цвітіння» (ВВСН 10-60), в середньому за два роки, становила ДКС 2971 – 55–56 доби, ДКС 3472 – 58-60 діб та ДКС 4490 – 59-62 доби. Застосування позакореневих підживлень мікроелементами сприяло зростанню тривалості періоду «сходи-цвітіння» на 1-3 доби порівняно із контрольним варіантом (без підживлень). Зростання тривалості періоду «сходи-цвітіння» пов'язано із поліпшенням живлення рослин кукурудзи.

Таблиця 1

Тривалість основних періодів вегетації у досліджуваних гібридів кукурудзи, діб (середнє за 2022–2023 рр.)

Гібриди кукурудзи	Варіант удобрення	Періоди росту і розвитку (ВВСН)		
		«сівба-сходи» (00-10)	«сходи-цвітіння» (10-60)	«сходи-повна стиглість» (10-99)
ДКС 2971 (ФАО 200)	Контроль(без підживлень)	8	55	110
	Внесення Рексолін АВС у фазу 5-7 листків	8	56	112
ДКС 3472 (ФАО 270)	Контроль(без підживлень)	8	58	117
	Внесення Рексолін АВС у фазу 5-7 листків	8	60	119
ДКС 4490 (ФАО 370)	Контроль(без підживлень)	8	59	124
	Внесення Рексолін АВС у фазу 5-7 листків	8	62	127

Тривалість вегетаційного періоду на контрольному варіанті становила ДКС 2971 – 110 діб, ДКС 3472 – 117 діб та ДКС 4490 – 124 доби, проведення позакореневих підживлень мікродобривом Рексолін АВС у фазу 5–7 листків сприяло зростанню тривалості вегетаційного періоду на 2–3 доби в порівнянні із контролем.

Із морфологічних ознак у кукурудзи важливе значення має висота рослин та кріплення качанів. Крім того прояв даних ознак крім генетичної детермінації залежить від умов вирощування. Недостатнє живлення може призвести до

витрати рослиною більше енергії на пошук поживних речовин, ніж на ріст і розвиток. Збалансоване живлення добривами допомагає забезпечити рослини всіма необхідними макро- та мікроелементами для їх нормального функціонування [6, 7].

Вплив мікродобрива Рексолін АВС на прояв морфологічних ознак у досліджуваних гібридів кукурудзи наведено в таблиці 2.

Висота рослин у досліджуваних гібридів кукурудзи, в середньому за два роки досліджень, коливалася в межах 239,5–266,9 см, а висота кріплення качанів – 68,6–90,6 см.

Висота рослин на контрольному варіанті (без підживлень), в середньому за два роки становила ДКС 2971 – 239,5 см, ДКС 3472 – 247,8 см та ДКС 4490 – 258,4 см, а за проведення позакореневого підживлення мікродобривом «Рексолін АВС» у фазу 5–7 листків вона зростає на 5,1–8,5 см і склала – 244,6 см, 255,6 та 266,9 см, відповідно. Тобто, поліпшення живлення рослин обумовлює кращу інтенсивність ростових процесів.

Таблиця 2

**Вплив мікроелементів на прояв морфологічних ознак у гібридів кукурудзи, см
(середнє за 2022-2023 рр.)**

Гібриди кукурудзи	Варіант удобрення	Морфологічні ознаки	
		висота рослин	висота кріплення качанів
ДКС 2971 (ФАО 200)	Контроль(без підживлень)	239,5	68,4
	Внесення Рексолін АВС у фазу 5-7 листків	244,6	72,3
ДКС 3472 (ФАО 270)	Контроль(без підживлень)	247,8	74,6
	Внесення Рексолін АВС у фазу 5-7 листків	255,6	77,9
ДКС 4490 (ФАО 370)	Контроль(без підживлень)	258,4	82,4
	Внесення Рексолін АВС у фазу 5-7 листків	266,9	90,6

Висота рослин знаходилась в істотній залежності від висоти закладання качанів. Зростання висоти рослин обумовлювало і зростання висоти закладання качанів. На контрольному варіанті висота кріплення качанів, в середньому за два роки досліджень, становила ДКС 2971 – 68,4 см, ДКС 3472 – 74,6 см та ДКС 4490 – 82,4 см, а на варіанті із проведенням позакореневого підживлення – 72,3 см, 77,9 та 90,6 см, відповідно, що на 3,3–8,2 см більше в порівнянні із контрольним варіантом (без підживлення).

Нами встановлено, що проведення позакорневих підживлень може впливати на прояв елементів структури врожаю, таких як кількість рядів зерен, кількість зерен в ряду, маса 1000 насінин (табл. 3)

Із даних таблиці 3 видно, що кількість рядів зерен у досліджуваних гібридів кукурудзи, в середньому за два роки склав 13,8–15,3 шт. На контролі він становив ДКС 2971 – 13,8 шт., ДКС 3472 – 14,6 шт. та ДКС 4490 – 15,2 шт., внесення мікродобрива Рексолін АВС у фазу 5–7 листків забезпечило зростання даного показника на 0,1 шт. у гібридів ДКС 3472 та ДКС 4490, а у гібриду ДКС 2971 вона не змінилася.

Наступною ознакою є кількість зерен в ряді, яка на контрольному варіанті складала ДКС 2971 – 33,6 шт., ДКС 3472 – 35,8 шт. та ДКС 4490 – 39,1 шт.

Застосування позакореневого підживлення мікродобривом Рексолін АВС у фазу 5-7 листків сприяє зростанню кількості зерен в ряду на 0,6–2,2 шт. в порівнянні із контрольним варіантом. І на даному варіанті цей показник склав – ДКС 2971 – 34,2 шт., ДКС 3472 – 38,4 шт. та ДКС 4490 – 41,3 шт.

Таблиця 3

Елементи структури врожаю гібридів кукурудзи залежно від застосування позакореневих підживлень, (середнє за 2022-2023 рр.)

Гібриди кукурудзи	Система удобрення	Елементи структури врожаю		
		Кількість рядів зерен, шт.	Кількість зерен в ряді, шт.	Маса 1000 насінин, г
ДКС 2971 (ФАО 200)	Контроль (без підживлень)	13,8	33,6	226,5
	Внесення Рексолін АВС у фазу 5-7 листків	13,8	34,2	232,7
ДКС 3472 (ФАО 270)	Контроль(без підживлень)	14,6	35,8	247,6
	Внесення Рексолін АВС у фазу 5-7 листків	14,7	38,4	253,5
ДКС 4490 (ФАО 370)	Контроль (без підживлень)	15,2	39,1	258,4
	Внесення Рексолін АВС у фазу 5-7 листків	15,3	41,3	271,2

Маса 1000 зерен на контрольному варіанті, в середньому за два роки, складала ДКС 2971 – 226,5 г, ДКС 3472 – 247,6 г та ДКС 4490 – 258,4 г, тоді як на варіанті із проведенням позакореневих підживлень він становив – 232,7 г, 253,5 та 271,2 г, відповідно. Зростання маси 1000 зерен становила 5,9-12,8 г, в порівнянні із контрольним варіантом. Результатами проведених досліджень встановлений вплив біологічних особливостей та внесення мікродобрива Рексолін АВС на рівень продуктивності досліджуваних гібридів (табл. 4).

Таблиця 4

Урожайність гібридів кукурудзи залежно від позакореневих підживлень, т/га (за 2022-2023 рр.)

Гібриди кукурудзи	Варіант удобрення	Урожайність зерна		
		2022 р.	2023 р.	середнє за 2022-2023 рр.
ДКС 2971 (ФАО 200)	Контроль(без підживлень)	6,28	7,32	6,80
	Внесення Рексолін АВС у фазу 5-7 листків	6,51	7,42	6,97
ДКС 3472 (ФАО 270)	Контроль(без підживлень)	6,85	7,54	7,20
	Внесення Рексолін АВС у фазу 5-7 листків	7,44	7,81	7,63
ДКС 4490 (ФАО 370)	Контроль(без підживлень)	7,79	8,12	7,96
	Внесення Рексолін АВС у фазу 5-7 листків	8,28	8,55	8,42
НІР ₀₅ , т/га	Фактор А	0,15	0,17	–
	Фактор В	0,18	0,20	
	Взаємодія АВ	0,23	0,27	

Урожайність кукурудзи це заключний елемент ефективності вирощування елементів технології вирощування.

На варіанті із внесенням мікродобрива Рексолін АВС у фазу 5–7 листків забезпечило урожайність ДКС 2971 – 6,97 т/га, ДКС 3472 – 7,63 та ДКС 4490 – 8,42 /га. Отже, рівень урожайності досліджуваних гібридів кукурудзи істотно залежав від біологічних особливостей гібридів та проведення позакорневих підживлень мікродобривом Рексолін АВС.

Залежність хімічного складу зерна від проведення позакорневих підживлень мікродобривом Рексолін АВС гібридів кукурудзи приведено в таблиці 5.

Таблиця 5

*Хімічний склад зерна кукурудзи залежно від позакорневих підживлень, %
(середнє за 2022-2023 рр.)*

Гібриди кукурудзи	Система удобрення	Якісні показники зерна		
		білок	крохмаль	жир
ДКС 2971 (ФАО 200)	Контроль(без підживлень)	8,41	68,23	3,45
	Внесення Рексолін АВС у фазу 5-7 листків	8,34	68,74	3,41
ДКС 3472 (ФАО 270)	Контроль(без підживлень)	8,75	69,05	3,59
	Внесення Рексолін АВС у фазу 5-7 листків	8,41	69,71	3,48
ДКС 4490 (ФАО 370)	Контроль(без підживлень)	8,94	71,22	3,56
	Внесення Рексолін АВС у фазу 5-7 листків	8,81	71,95	3,45

Вміст білка у зерні досліджуваних гібридів кукурудзи становив 8,34–8,94 %. На варіанті з внесенням мікродобрива Рексолін АВС вміст білку, в середньому за два роки становив ДКС 2971 – 8,34 %, ДКС 3472 – 8,41 та ДКС 4490 – 8,81 %, а на контрольному варіанті він становив – 8,41 %, 8,75 та 8,94 %, відповідно.

Вміст крохмалю на контрольному варіанті становив ДКС 2971 – 68,23 %, ДКС 3472 – 69,05 та ДКС 4490 – 71,22 %, а за внесення мікродобрива Рексолін АВС у фазу 5–7 листків вміст крохмалю підвищився на 0,51–0,73 % і становив – 68,74 %, 69,71 та 71,95 %, відповідно.

Вміст жиру у зерні досліджуваних гібридів кукурудзи, в середньому за два роки, на контрольному варіанті становив ДКС 2971 – 3,45 %, ДКС 3472 – 3,59 та ДКС 4490 – 3,56 %, внесення мікродобрива Рексолін АВС у фазу 5-7 листків сприяє зниженню вмісту жиру на 0,04–0,11 %.

Висновки. Система удобрення досліджуваних гібридів кукурудзи різних груп стиглості істотно впливала на формування продуктивності та якості зерна і відповідно напрямки використання відповідної продукції. Проведення позакорневих підживлень мікродобривом Рексолін АВС у фазу 5–7 листків сприяло зростанню тривалості вегетаційного періоду на 2–3 доби в порівнянні із контролем. Поліпшення живлення рослин обумовлює кращу інтенсивність ростових процесів та відповідно висоту закладання качанів.

Проведення позакорневих підживлень мікродобривом Рексолін АВС сприяє зростанню урожайності досліджуваних гібридів кукурудзи на 0,16–0,46 т/га та вмісту крохмалю підвищився на 0,51–0,73 %, в порівнянні із контрольним варіантом.

Список використаної літератури

1. Вернера І. Є. Статистичний щорічник України. Державна служба статистики України. Київ, 2022. 438 с.
2. Білицький О.В., Лагер В.М., Лук'яненко А.П. Форс® Зеа на варті вашого врожаю. *Агроном*. 2015. №1(47). С. 118-120.
3. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного: монографія. Вінниця: ТОВ Друк. 2020. 536 с.
4. Паламарчук В.Д., Климчук О.В., Поліщук І.С., Колісник О.М., Борівський А.Ф. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур. Вінниця: ФОП Данилюк, 2010. 636 с.
5. Любар В., Балан М. Торк СТ – стабілізуючий інокулянт для насіння кукурудзи. *Зерно*. 2015. №1(106). С. 104-106.
6. Фукс К., Кастет Й. Кукурудза. *Сучасні технології АПК. Вирощування основних сільськогосподарських культур*. Київ, 2010. С. 68-83.
7. Пастернак В. Елементи мінерального живлення рослин. 2015, УкрАгроРесурс. 30 с.

Артем БОБЧАК²,
студент 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА РІСТ, РОЗВИТОК ТА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ ЗЕРНА БОБІВ КОРМОВИХ

***Анотація.** Щорічна нестача і низька якість кормів, незбалансованість раціону по білку та іншим елементам поживності стримує ріст продуктивності тварин та птиці. Витрати кормів на виробництво одиниці тваринницької продукції по цим причинам приблизно в 1,5 рази перевищують оптимальні зоотехнічні норми, відбуваються щорічні перевитрати зерна на кормові цілі.*

В зв'язку з чим, вирішення кормової проблеми є актуальним і набуває першочергового значення.

Провідні фахівці вважають, що вирішити проблему рослинного білка можливо лише за рахунок всебічного використання зернобобових культур та продуктів їх переробки. Серед зернобобових культур особливої уваги заслуговують кормові боби, в зерні яких міститься 25–35% білка, а також весь комплекс незамінних амінокислот, що робить їх поряд з горохом та соєю цінним

²Науковий керівник: Амонс С.Е., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

компонентом раціонів сільськогосподарських тварин.

Ключові слова: кормові боби, технологія, продукція, урожайність, продуктивність.

Annotation. *The annual shortage and low quality of fodder, the imbalance of the diet in terms of protein and other nutritional elements restrains the growth of productivity of animals and poultry. For these reasons, feed costs for the production of a unit of livestock products exceed optimal zootechnical standards by approximately 1.5 times, and there are annual overspends of grain for feed purposes.*

In connection with this, the solution of the fodder problem is urgent and becomes of primary importance.

Leading experts believe that it is possible to solve the problem of vegetable protein only through the comprehensive use of legumes and their processing products. Among leguminous crops, fodder beans deserve special attention, the grain of which contains 25–35% of protein, as well as the entire complex of essential amino acids, which makes them, along with peas and soybeans, a valuable component of the diets of farm animals.

Key words: *fodderbeans, technology, production, yield, productivity.*

Вступ. В ринкових умовах основою ефективного господарювання є інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур, які базуються на використанні високопродуктивних сортів, раціональному використанні факторів життя та захисті рослин від шкочочинних об'єктів. Нині в Україні створено нове покоління сортів кормових бобів інтенсивного типу: Хоростківські, Пікантні, Візир та ін. потенціал зернової продуктивності яких складає 6,0-7,0 т/га, при рівні урожаю в Україні – 1,64 т/га, що свідчить про недостатню вивченість їх біології та недосконалість зональних технологій вирощування.

Тому, розробка нових та удосконалення існуючих технологій вирощування кормових бобів на зерно за рахунок застосування стимуляторів росту з врахуванням біологічних особливостей росту, розвитку та формування фотосинтетичної, симбіотичної і зернової продуктивності сортів, а також специфіки ґрунтово-кліматичних умов і рівня ресурсного забезпечення агроформувань різних форм власності та господарювання нашого регіону має важливе народногосподарське значення і потребує наукового обґрунтування.

Метою досліджень було встановити залежності формування продуктивності бобів кормових під впливом стимуляторів росту в умовах Вінницької області.

Методика дослідження: при вивченні питань стосовно формування продуктивності бобів кормових під впливом стимуляторів росту були досліджені праці вітчизняних та зарубіжних науковців, первинні матеріали власних досліджень автора, періодичні статистичні видання.

В якості методів дослідження застосовувалися монографічний, статистико-економічний, розрахунково-конструктивний, абстрактно-логічний та інші методи.

Виклад основного матеріалу. Особливості формування урожаю бобів кормових залежно від технологічних прийомів в умовах Вінницької області вивчали в польовому досліді протягом 2022–2023 рр. згідно з

методикою проведення польового дослідження Інституту захисту рослин НААН України (за ред. Трибеля С.О., 2001 р.) [7]. Даний дослід було закладено на полі ПП «Клекотинське» с. Клекотина Жмеринського району Вінницької області.

Дослідження по вивченню впливу елементів технології при вирощуванні зерна бобів кормових проводили на чорноземах малогумусних середньосуглинкового механічного складу із середньозваженим умістом гумусу – 2,7–2,9 % (за Тюриним), легкогідролізованого азоту – 6,1–6,8 мг на 100 грам ґрунту (за Корнфілдом), рухомих форм фосфору – 13,2–14,4 мг на 100 грам ґрунту (за Чіріковим) і обмінного калію – 6,2–8,7 мг на 100 грам ґрунту (за Чіріковим). Гідролітична кислотність становить 1,7–2,1 мг.-екв. на 100 г ґрунту, сума ввібраних основ – 11,4–14,3 мг.-екв. на 100 г ґрунту, ступінь насичення ґрунту основами – 89,0–94,1 %. Даний тип ґрунту є найбільш поширеним на території розташування господарства.

В цілому кліматичні показники характеризуються відносною стабільністю їх прояву і дозволяють прогнозовано отримувати високі і стабільні врожаї більшості сільськогосподарських культур. Погодні умови років проведення досліджень мали істотні відмінності, особливо за характером режиму зволоження.

Повторність в досліді чотириразова. Розміщення варіантів систематичне в два яруси. Розмір облікової ділянки – 25м². Схема досліду представлена в таблиці 1.

Таблиця 1

Схема досліду

Фактор А	Фактор В
1. Обробка насіння	1. Без обробки
	2. Емістим С, 10 мл/т
	3. Агростимулін, 10 мл/т
	4. Вермістим, 6 л/т
2. Обприскування посівів	5. Без обробки
	6. Емістим С, 10 мл/га
	7. Агростимулін, 10 мл/га
	8. Вермістим, 8 л/га

Підготовка і обробіток ґрунту під боби кормові загальноприйняті для Лісостепової зони України, який передбачає максимальне знищення бур'янів, накопичення вологи та створення сприятливих умов для росту і розвитку культурних рослин.

Попередник – озима пшениця. Після збирання попередника проводили лушення стерні дисковим луцильником БДН-1,3А на глибину 5–6 см, а також оранку восени на глибину 25–27 см з подальшим внесенням мінеральних добрив з розрахунку Р₆₀К₉₀ кг/га д.р. у вигляді суперфосфату гранульованого і 40 % калійної солі.

Навесні під передпосівну культивуацію вносили азотні добрива в дозі N₆₀ кг/га д.р. у вигляді аміачної селітри. Насіння бобів кормових у день посіву

обробляли фізіологічно-активними речовинами (стимулятор росту Емістим-С, Агростимулін, Вермістим) і ризоторфіном (штам 4 – селектований лабораторією ґрунтової мікробіології Інституту землеробства УААН).

Посів кормових бобів проводили згідно схеми досліду в ранні строки, в добре прогрійтий і зволожений ґрунт. Оптимальні строки в 2022 році припали на другу декаду квітня (17.04), в 2023 році – першу декаду квітня (6.04). Висівали скоростиглий сорт бобів кормових Паллада. Вегетаційний період якого становить 103–115 днів. Він відносно стійкий проти ураження хворобами, розтріскування бобів і вилягання. Потенціал урожайності – 2,6–3,0 т/га. Тип використання – зерновий.

Тривалість вегетаційного періоду має важливе значення для формування високого врожаю бобів кормових. Встановлено, що тривалість вегетаційного періоду залежить від ґрунтово-кліматичних особливостей регіону вирощування і умов кореневого живлення [2].

Проведені нами дослідження показали, що в умовах Вінницької області тривалість вегетаційного періоду і окремих фаз росту і розвитку рослин в значній мірі залежали від застосування стимуляторів росту (табл.2).

Таблиця 2

Тривалість вегетаційного періоду кормових бобів залежно від впливу стимуляторів росту, днів (середнє за 2022-2023 рр.)

Варіанти		Періоди вегетації			
		сівба-повні сходи	повні сходи-бутонізація	бутонізація-повна стиглість	повні сходи-повна стиглість
Обробка насіння	Без обробки	12	36	59	95
	Емістим С, 10 мл/т	11	33	64	97
	Агростимулін, 10 мл/т	11	34	64	98
	Вермістим, 6 л/т	11	33	67	100
Обприскування посівів	Без обробки	12	35	61	96
	Емістим С, 10 мл/га	12	35	65	100
	Агростимулін, 10 мл/га	12	35	64	99
	Вермістим, 8 л/га	12	35	67	102

З даних таблиці 2 видно, що в середньому за два роки тривалість вегетаційного періоду бобів кормових становила 95–102 дні і залежала як від способу обробки (насіння, посів), так і від виду стимулятора росту.

На варіантах з обробкою насіння найменшою тривалість вегетаційного періоду бобів кормових відмічена на варіанті без обробки насіння – 95 днів. Застосування Емістиму та Агростимуліну на тривалість вегетаційного періоду досліджуваних рослин впливало практично однаково – 97–98 днів, а на варіанті з обробкою рослин стимулятором Вермістим вивчає мий показник був найбільшим – 100 днів.

Методикою проведення наших досліджень передбачалось вивчення впливу стимуляторів росту на динаміку наростання біомаси кормових бобів (табл. 3).

З даної таблиці видно, що динаміка наростання біомаси кормових бобів залежала від фази росту і розвитку, а також від виду та способу застосування стимуляторів росту рослин. У фазу бутонізації маса рослин була мінімальною і становила 2,28–2,51 т/га. Особливої різниці за величиною біомаси рослин залежно від виду та способу застосування стимуляторів не спостерігалось.

Таблиця 3

Динаміка наростання біомаси рослин кормових бобів залежно від впливу стимуляторів росту, т/га (середнє за 2022-2023 рр.)

Варіанти		Фази росту і розвитку			
		бутонізація	утворення зелених бобів	наливання зерна	повна стиглість
Обробка насіння	Без обробки	2,39	5,22	7,80	9,21
	Емістим С, 10 мл/т	2,45	5,37	8,26	9,98
	Агростимулін, 10 мл/т	2,43	5,34	8,12	9,72
	Вермістим, 6 л/т	2,51	5,56	9,04	10,43
Обприскування посівів	Без обробки	2,28	5,28	7,91	9,35
	Емістим С, 10 мл/га	2,39	5,52	8,49	10,14
	Агростимулін, 10 мл/га	2,46	5,49	8,34	9,86
	Вермістим, 8 л/га	2,41	5,63	9,16	10,62

З даної таблиці видно, що динаміка наростання біомаси кормових бобів залежала від фази росту і розвитку, а також від виду та способу застосування стимуляторів росту рослин. У фазу бутонізації маса рослин була мінімальною і становила 2,28–2,51 т/га. Особливої різниці за величиною біомаси рослин залежно від виду та способу застосування стимуляторів не спостерігалось.

Застосування стимулятора Вермістиму для обприскування посівів забезпечило максимальні прирости біомаси рослин кормових бобів. Так, у фазу повної стиглості цей показник становив 10,62 т/га, що на 1,27 т більше, ніж на варіанті без застосування стимулятора.

На варіантах з обробкою насіння кращим виявився варіант також із застосуванням Вермістиму – 10,43 т/га, що на 1,22 т більше ніж на контролі.

Дослідженнями також виявлено позитивну дію застосування стимулятора росту Емістиму. Незалежно від способу його застосування величина біомаси у фазу повної стиглості зерна становила 9,98 та 9,86 т/га.

Проведеними дослідженнями встановлено, що застосування стимуляторів росту впливало на продуктивність кормових бобів. В середньому за два роки урожайність кормових бобів становила в залежності від варіанту досліду 3,7 т/га. (табл. 4).

Продуктивність кормових бобів у 2022 році була на 15-26% вищою за аналогічний показник 2023 року. Це пов'язано з більш сприятливими, щодо волого забезпечення і температурного режиму, умовами для росту і розвитку кормових бобів.

Таблиця 4

Урожайність зерна кормових бобів залежно від впливу стимуляторів росту, т/га

Варіанти		Роки		
		2022	2023	середнє
Обробка насіння	Без обробки	3,71	3,53	3,62
	Емістим С, 10 мл/т	3,88	3,64	3,76
	Агростимулін, 10 мл/т	3,80	3,69	3,74
	Вермістим, 6 л/т	3,89	3,70	3,79
Обприскування посівів	Без обробки	3,75	3,52	3,64
	Емістим С, 10 мл/га	3,93	3,68	3,80
	Агростимулін, 10 мл/га	3,85	3,71	3,78
	Вермістим, 8 л/га	4,02	3,74	3,88

НІР 0,5 т/га

0,21

0,16

В середньому за два роки найвищий рівень урожайності забезпечив варіант де при обприскуванні посівів застосовували стимулятор Вермістим – 3,88 т/га. Даний стимулятор виявився ефективним і при обробці насіння, що забезпечило формування урожайності зерна кормових бобів на рівні 3,79 т/га. Це майже в 1,1 рази більше за контрольні варіанти.

Застосування Емістиму С для обробки насіння та обприскування посівів також забезпечило відносно високу прибавку урожаю, відповідно 0,14 і 0,16 т/га.

Таким чином, одержані експериментальні дані свідчать про ефективність застосування стимуляторів росту Вермістиму (8 мл/т (га) і Емістиму С (10 мл/т (га) для обробки насіння і обприскування посівів на сірих опідзолених ґрунтах Вінницької області. При цьому забезпечується збір зерна кормових бобів на рівні 3,79–3,88 т і 3,76–3,80 т/га.

Висновки. У даній статті теоретично обґрунтовано шляхи підвищення продуктивності рослин бобів кормових, що базуються на застосуванні стимуляторів росту з врахуванням специфіки ґрунтово-кліматичних умов та ресурсного забезпечення технологій в умовах Вінницької області.

1. Встановлено, що обприскування посівів у фазі бутонізації стимуляторами росту сприяє активізації процесів фотосинтезу і синтезу органічних сполук, що дає можливість подовжити тривалість вегетаційного періоду бобів кормових на 5–6 днів. Найбільша тривалість вегетаційного періоду – 102 дні була зафіксована на ділянках дослідів, де посіви обробляли стимулятором росту Вермістим у нормі 8л/га.

2. Активізація поживного режиму рослин кормових бобів, за рахунок обприскування посівів стимулятором росту Вермістим (8 л/га), забезпечила максимальні середньодобові лінійні прирости за вегетаційний період та сприяла формуванню максимальної висоти рослин – 112 см, що більше на 13 см при порівнянні з ділянками контрольного варіанту.

3. Максимальний рівень урожайності зерна кормових бобів – 3,88 т/га формується на варіантах досліду де посіви обприскувалися Вермістимом 8 л/га, що сприяло активізації процесів фотосинтезу та біосинтезу. Даний стимулятор росту виявився ефективним і при передпосівній обробці насіння та забезпечив формування урожайності на рівні 3,79 т/га, при урожайності на контролі – 3,62 т/га.

Список використаної літератури

1. Петриченко В.Ф. Наукові основи технології вирощування кормових бобів на зерно в умовах центрального Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. К.: Аграрна наука, 2001. С. 124-126.

2. Осадець Я., Вівчарик В. Кормові боби – цінна кормова культура. *Пропозиція*. 2012. № 11. С. 45–47.

3. Пелех Л. В. Роль бобових культур у підвищенні якості зелених кормів в умовах Правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 66. С. 133–140.

4. Лихочвор В. В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів, 2010. С. 41–47.

5. Материнський П.В. Формування продуктивності кормових бобів залежно від впливу інокуляції, доз мінеральних добрив та позакореневих підживлень в умовах центрального Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.09. Вінниця, 2004. 20 с.

6. Савченко В. О. Формування урожайності та якості зерна бобів кормових залежно від способу передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень в умовах лісостепу Правобережного: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук:06.01.09. Вінниця, 2014. 21 с.

7. Трибель С. О., Сігарьова Д. Д., Секун М. П. та ін. *Методики випробування і застосування пестицидів*. К.: Світ, 2001. 448 с.

Тетяна ДЕШЕВА³,
студентка 4 курсу навчання,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ БІОЛОГІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ ТА РІЗНИХ ПОПЕРЕДНИКІВ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

***Анотація.** У статті розглянуто вивчення ефективності комплексу способів біологізованої технології вирощування картоплі в умовах краплинного зрошення на Півдні України для мінімізації використання мінеральних добрив, хімічних засобів захисту рослин та отримання екологічно чистої продукції. Наведено результати досліджень ефективності біологічної технології вирощування картоплі в умовах зрошення на Півдні України з порівнянням урожайності після різних попередників.*

***Ключові слова:** картопля, технологія вирощування, зрошення, урожайність.*

***Anotation.** The article examines the study of the effectiveness of a complex of methods of biological technology for growing potatoes under drip irrigation conditions in the South of Ukraine to minimize the use of mineral fertilizers, chemical plant protection agents and obtain ecologically clean products. The results of studies of the effectiveness of the biological technology of growing potatoes under irrigation conditions in the South of Ukraine with a comparison of yield after different predecessors are presented.*

***Key words:** potatoes, cultivation technology, irrigation, yield.*

Вступ. Картоплю в Україні вирощують у господарствах усіх форм власності. За обсягом її виробництва наша держава посідає четверте місце в світі. Зібрана площа господарств усіх категорій за роки незалежності України дещо зменшилась (орієнтовно з 1,5 млн га до 1,3 млн га), а валове виробництво збільшилось у середньому на 25%. Урожайність картоплі в Україні за останні 5 років знаходиться на рівні 160–170 ц/га, тоді як у країнах із розвинутим картоплярством – 350–450 ц/га і більше. Переміщення за останні 25 років із 65 до 98% площ в особисті господарства і на дачні ділянки призвело до деконцентрації посівів, розпорошення ресурсів, зростання витрат праці і погіршення фітосанітарного стану [13]. 2022 року через збройну агресію Росії приблизно на 30% менше було посаджено картоплі, ніж у 2021 році. До середини квітня 2023 року були добрі показники збереження вологи, але посіви пізнішого періоду вже недоотримали необхідного обсягу. Ще одна проблема цього року – зменшення потужностей для переробки, роботу яких було зупинено через воєнні дії. Загалом експерти зазначають, що ринок картоплі в

³Науковий керівник: Вдовенко С. А., доктор с-г наук, професор кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства ВНАУ.

Україні стабільний. Незважаючи на війну, знищену сільськогосподарську техніку та інфраструктуру, фермери можуть закрити внутрішню потребу. При цьому варто враховувати, що з України виїхали мільйони людей, тож попит на картоплю зменшиться [12].

Виклад основного матеріалу. На Півдні України виробляється більше 6% від загального обсягу виробництва картоплі в Україні, яка за вирощування при зрошенні є однією з найбільш рентабельних культур [1, 2]. Сільськогосподарські підприємства Півдня України застосовують технології вирощування картоплі, які передбачають використання високих доз мінеральних добрив, хімічних засобів захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів, що забруднює хімікатами ґрунт, картоплю і довкілля. Такі технології, якщо вони поєднуються з недостатнім унесенням органічних добрив, призводять не лише до надмірного хімічного навантаження на культуру і навколишнє середовище, а й знижують рентабельність виробництва. У сучасному землеробстві екологічна складова набуває дедалі більшого значення. Збереження родючості ґрунтів за умов недостатнього внесення органічної речовини тваринного походження та вирощування екологічно чистої продукції є одним із способів розвитку економічно ефективного картоплярства [3, 4]. Ученими доведено, що одним із вискооефективних способів біологізації технології, ефективного оздоровлення ґрунту, зниження його хімічного забруднення та одержання екологічно чистої продукції є застосування сидератів [5]. Їх ефективність за впливом на продуктивність картоплі не поступається 20–30 т/га гною [6]. Заорювання злаково-бобової суміші підвищує врожайність картоплі на 5–6 т/га за рахунок збагачення ґрунту органічними речовинами, поліпшення його водно-фізичних властивостей, зниження ураженості бульб паршею звичайною тощо [5].

Застосування біологічних технологій вирощування рослин дає змогу уникнути зазначених вище недоліків, а завдяки високим цінам на чисті продукти й покращити економічну ефективність галузі картоплярства [7, 9]. Використання елементів біологізованої технології вирощування картоплі потребує також уточнення засобів захисту та живлення рослин, ефективності поєданого використання препаратів, що дасть можливість найбільш ефективно використовувати природні ресурси для отримання максимального врожаю насінневих і продовольчих бульб.

Г.С. Балашова, В.І. Нетіс, С.М. Юзюк, Б.С. Котов, О.О. Юзюк проводили наукові дослідження впродовж 2019–2020 рр. Ґрунт дослідного поля – темнокаштановий, середньосуглинковий. В орному шарі ґрунту вміст гумусу – 2,2%, загального азоту – 0,17%, рухомого фосфору й обмінного калію – відповідно 30 і 300 мг/кг ґрунту. Найменша вологоємність (НВ) метрового шару ґрунту – 21,3%, вологість в'янення (ВВ) – 9,5%, щільність будови – 1,41 т/м, рН водної витяжки орного шару ґрунту – 6,8–7,2. Дослідження проводились в 2-факторному польовому досліді за схемою, наведеною в табл. 1. Стандартом для оцінки ефективності досліджуваних технологій є рекомендована Інститутом зрошувального землеробства НААН для виробництва

інтенсивна технологія вирощування картоплі з хімічними засобами живлення і захисту рослин [1]:

1. Загальноприйнята технологія.

2. Біологічний захист – захист від бур'янів: досходове боронування ґрунту та підгортання, міжрядний обробіток, підгортання; захист від шкідників – застосування біологічних інсектицидів (Гаупсін, 6 л/га; Актофіт, 1 л/га); захист від хвороб – застосування біологічних фунгіцидів (Триходермін, 3 л/га; Гаупсін, 6 л/га).

3. Біологічне живлення – обробка бульб перед садінням азотофіксувальними (*Azotobacter chroococcum*), фосформобілізувальними (*Bacillus megaterium*), каліймобілізувальними та біофунгіцидними (*Bacillus subtilis*) бактеріями, підживлення органомінеральним препаратом Rost концентрат 5:5:5 під час вегетації дозою 0,5 л/га.

4. Біологічне живлення + захист рослин. Живлення застосовували відповідно до технології 3, захист – до технології 2.

Г.С. Балашова, В.І. Нетіс, С.М. Юзюк, Б.С. Котов, О.О. Юзюк дослідження проводили згідно з вимогами методики дослідної справи в умовах зрошення на ранньостиглому сорті картоплі Кіммерія [10, 11]. Схема посіву: 70 см × 32см. Повторність у досліді 3-разова, загальна площа ділянки – 38,1 м², облікова – 12,7 м². На посівах вологість ґрунту в шарі 0,5 м підтримували не нижче 80 % НВ. Упродовж вегетації в середньому за роками досліджень проведено 10 поливів зрошувальною нормою 1820 м³/га.

Проаналізувавши урожайні дані дослідів Г.С. Балашова, В.І. Нетіс, С.М. Юзюк, Б.С. Котов, О.О. Юзюкною був зроблений висновок, що найбільший вплив на продуктивність картоплі мали досліджувані технології, меншою мірою – попередник. Частка його впливу у формуванні врожаю становила 26%, частка впливу технологій – 68%. Вища врожайність бульб за всіх технологій формувалася за розміщення їх по сидерату, де врожайність була 17,74–23,85 т/га, по чорному пару вона була нижчою на 1,55–4,93 т/га (табл. 1).

Сидерат забезпечив приріст урожаю бульб у середньому 3,06 т/га, або на 16,7% більше порівняно з чорним паром. Це можна пояснити кращим фізичним станом ґрунту за використання сидерата, де ґрунт був пухкішим і мав більше поживних речовин, ніж на ділянках чорного пару, де органіку не застосовували.

Таблиця 1

Урожайність картоплі за різних технологій вирощування по чорному пару та сидерату за роками, т/га

Технологія	Попередник					
	Чорний пар		Середнє	Сидерат		Середнє
	2019	2020		2019	2020	
Загальноприйнята	24,62	19,97	22,30	25,16	22,54	23,85
Біологічний захист	18,09	17,9	18,00	20,20	22,48	21,34
Біологічне живлення	23,41	11,72	17,57	25,35	19,65	22,50
Біоживлення + біозахист	18,71	11,97	15,34	18,39	17,10	17,74

Загальноприйнята технологія вирощування картоплі із застосуванням мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин забезпечувала найвищу врожайність: на пару – 22,30 т/га, по сидерату – 23,85 т/га. Технології із застосуванням біологічного живлення і біологічного захисту рослин призводили до зниження врожайності бульб за обох попередників. За біологічного захисту рослин урожайність у середньому знижувалася на 2,51 – 4,3 т/га, за органічного живлення – на 1,35–4,73 т/га. Із застосуванням біологічного живлення та біологічного захисту рослин урожайність знизилася на 6,1–6,96 т/га порівняно з урожайністю за загальноприйнятою технологією. Це можна пояснити недостатньою ефективністю біологічного живлення і біологічного захисту рослин порівняно з хімічними засобами. Найбільшу врожайність бульб (у середньому 23,85 т/га) отримано на фоні сидерата із застосуванням загальноприйнятої технології. На пару вищу врожайність забезпечувала також загальноприйнята технологія, але врожайність була нижчою, ніж по сидерату на 1,55 т/га.

Висновок. Проаналізувавши дослід Г.С. Балашова, В.І. Нетіс, С.М. Юзюк, Б.С. Котов, О.О. Юзюк, я зробила висновок, що картопля, вирощувана по сидерату злако-бобової суміші, забезпечувала на 3,06 т/га, або на 16,7% вищу врожайність бульб, ніж по чорному пару. За використання загальноприйнятої технології вирощування картоплі із застосуванням мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин була найвища врожайність бульб: на пару – 22,30 т/га, по сидерату – 23,85 т/га. Технології із використанням органічного живлення і захисту рослин призводили до зниження врожайності бульб на 6,1 – 6,96 т/га. В результаті розглянутих досліджень і проведених мною порівнянь, найвищу врожайність забезпечувала технологія вирощування картоплі з використанням біологічного живлення і біологічного захисту рослин на фоні сидерата.

Список використаної літератури

1. Бугаєва І.П., Сніговий В.С. Культура картоплі на Півдні України. Херсон: Вид. ХДПУ. 2002. 176 с.
2. Балашова Г.С. Картопля на Півдні України. Плантатор. 2019. № 2(44). С. 106–112.
3. Bradshaw J.C., Donald R.L., Mackeron M.A. et al. Potato biology and biotechnology: advances and perspectives. Laboratory of Plant Physiology Wageningen University and Research Centre Wageningen. The Netherlands, 2007. 823 p.
4. Бондарчук А.А., Молоцький М.Я., Куценко В.С. Сидератні добрива під картоплю в Україні; за ред. А. А. Бондарчука. Вінниця: Ніланд ЛТД, 2018. 270 с.
5. Куценко В.С., Шарапа М.П. Редька олійна і гірчиця біла на сидерат під картоплю. Картоплярство. 1997. Вип. 27. С. 96–99.
6. Seaman Abby. Production Guide for Organic Potato. New York State Department of Agriculture. Geneva, 2016. 98 p.

7. Чернілевський М.С., Малиновський А.С. Зелене добриво – важливий захід підвищення родючості ґрунту та урожайності культур в умовах біологізації землеробства. Житомир : ДАУ, 2003. 124 с.

8. Єремєєва С.П., Савостяник О.С. Урожайність картоплі залежно від системи удобрення при краплинному зрошенні. Наукові праці. Екологія. Миколаїв. 2015. Вип. 244. Т. 256. С. 66–69

9. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Малярчук М.П. та ін. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Херсон: Айлант, 2014. 286 с

10. Куценко В.С., Осипчук А.А., Подгаєцький А.А. та ін. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею. Немішаєве, 2002. 183 с

11. Як війна і погода цього року вплинули на ринок картоплі в Україні : веб-сайт. URL: <https://www.agronom.com.ua/yak-vijna-i-pogoda-tsogo-roku-vplynuly-na-rynok-kartopli-v-ukrayini/> (дата звернення: 13.03.2024).

12. Картоплярство: особливості техніки і технології. веб-сайт. URL: <https://agro-business.com.ua/ahrotekhnolohiyi/item/12646-kartopliarstvo-osoblyvosti-tekhnyky-i-tekhnohii.html> (дата звернення: 10.03.2024).

Вікторія ДЕРКАЧ⁴,
студентка 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ ЯЧМЕНЮ (*HORDEUM VULGARE* L.)

***Анотація.** Ячмінь є дуже важливою культурою, особливо в маргінальних посушливих районах, де він часто є найбільш життєздатним варіантом для фермерів. Крім того, ячмінь має велике значення в західному світі, слугуючи не тільки основною культурою для годівлі тварин і виробництва солоду, але також як поживне джерело їжі. Широка пристосованість ячменю та його здатність протистояти різним біотичним і абіотичним стресам часто роблять цей вид єдиним злаком, який можна культивувати в посушливих регіонах. Збір і використання генетичних ресурсів ячменю мають вирішальне значення для виявлення цінних ознак для підвищення продуктивності та пом'якшення несприятливих наслідків зміни клімату. В даній статті йдеться про генетичні ресурси ячменю.*

***Ключові слова:** ячмінь, генетичні ресурси, продуктивність*

***Annotation.** Barley is a very important crop, especially in marginal arid areas, where it is often the most viable option for farmers. In addition, barley is of great*

⁴Науковий керівник: Аралова Т.С., кандидат с.-г.н., старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослини ВНАУ.

importance in the Western world, serving not only as a staple crop for animal feed and malt production, but also as a nutritious food source. The wide adaptability of barley and its ability to withstand various biotic and abiotic stresses often make this species the only cereal that can be cultivated in arid regions. Harvesting and utilization of barley genetic resources is critical to identify valuable traits for improving productivity and mitigating the adverse effects of climate change. This article is about genetic resources of barley.

Key words: *barley, genetic resources, productivity*

Вступ. Ячмінь (*Hordeum vulgare* L.) – є одним з найважливіших зернових культур у світі. Він є основним продуктом харчування в кількох регіонах світу завдяки своїй адаптації до великих висот, посухи та засолення ґрунту. Зерна ячменю використовуються як корм для худоби, солод і для приготування харчових продуктів, в тому числі смажені зерна як замітник кави.

Ячмінь є однією з найдавніших зернових культур і широко вирощується по всьому світу. Наявні дані свідчать про те, що вперше ячмінь був одомашнений приблизно 10000–12000 років тому. Генетична одноманітність сучасних сортів ячменю зумовлює більшу вразливість до негативних наслідків зміни клімату. Генні банки зберігають великий «зелений скарб» генетичних ресурсів рослин. Понад 400000 зразків ячменю зберігаються в 47 колекціях ячменю з понад 500 зразками та 25 меншими колекціями по всьому світу. В даний час все більше і більше стратегій селекції зосереджені на виявленні нових джерел генетичної варіації, які можна включити в програми селекції ячменю. Розширюючи генетичну основу свого початкового рослинного матеріалу, селекціонери ячменю продовжують досягати успіхів у плані продуктивності та якості нових сортів, в той же час вони ефективно реагують на зміну клімату.

Для досягнення високих урожаїв необхідна оптимізація умов вирощування сортів з урахуванням ґрунтово-кліматичних особливостей та використання якісного сортового насіння, що забезпечує високу врожайність. Проблема скоростиглості сортів, скорочення вегетаційного періоду при підвищенні і збереженні врожайності – основна проблема сільського господарства [7].

Виклад основного матеріалу. Ячмінь (*Hordeum vulgare* L.) є четвертою за значимістю зерновою культурою у світі після пшениці, кукурудзи та рису з глобальним виробництвом понад 150 мільйонів тонн, вирощених приблизно з 60 мільйонів га. Зараз посівні площі приблизно такі ж, як і в 1960-х роках, але врожайність зросла вдвічі з 1,3 т/га до 2,6 т/га. Ячмінь є глобально важливою культурою, адаптованою до маргінальних і схильних до стресу середовищах, тому фермери вважають її не ризиковою культурою, що [1]

На рис.1 зображено складові частини рослини ячменю.



Рис 1. Складові частини ячменю [2].

Біологічна характеристика ячменю є наступною:

Царство: Рослини (Plantae)
 Клада: Судинні рослини (Tracheophyta)
 Клада: Покритонасінні (Angiosperms)
 Клада: Однодольні (Monocotyledon)
 Клада: Комелініди (Commelinids)
 Порядок: Тонконогоцвіті (Poales)
 Родина: Злакові (Poaceae)
 Підродина: Мітлицевидні (Pooideae)
 Рід: Ячмінь (Hordeum)
 Вид: Ячмінь звичайний (*H. vulgare*)
 Біноміальна назва – *Hordeum vulgare*

Hordeum L. належить до триби Triticeae родини Poaceae (Gramineae). Виходячи з морфології, Ботмер і Якобсен виділили чотири розділи: Sect. *Hordeum* (3 види), Sect. *Anisolepis* (8 видів), Sect. *Stenostachys* (7 видів) і Sect. *Critesion* (14 видів).

Ячмінь має багато різноманітних сортів і їх можна класифікувати багатьма способами: за кількістю плідних насінин у колоску на дво-, чотири- або шестирядний тип (*H. vulgaresubsp. spontaneum* є дворядним, тоді як культивованій ячмінь переважно шестирядний), більшість фермерів у Західній Азії віддають перевагу дворядному типу; за борідками (остями), що покривають ядра (з довгою остю, з короткою остю, нормальним капюшоном, піднятим капюшоном, нижнім капюшоном тощо), а також іншими критеріями, такими як: наявність чи відсутність плівки на зерні (плівчастий чи голозерний), кормовий або солодовий тип, висота (високі, карликові), колір насіння (безбарвні, білі, жовті, сині). Ячмінь також класифікується на чотири типи за географічними ознаками: маньчжурський, прибережний, Hannchen, Comrapa-Smyrna. На рис.2 зображено дворядний та шестирядний ячмінь.



Рис 2. Дворядний та шестирядний ячмінь [3].

Одомашнення культурного ячменю (*Hordeum vulgare* L.) від *Hordeum vulgaresub sp. Spontaneum* Koch. почалося приблизно за 10 000 років до теперішнього часу. Основні ознаки одомашнення включали постійний спосіб росту, збільшення кількості насіння, більшу кількість суцвіть, відсутність осипання, більший розмір насіння та більш швидке проростання. Ці ранні спроби одомашнення, безумовно, передбачали перший крок до керованої інтрогресії. Коли перші одомашнювачі ідентифікували рослини з новими фенотипами, вони обмінювалися насінням цих рослин із сусідами. Змішане з існуючими запасами насіння, нове насіння призвело б до утворення гетерогенних сумішей майже гомозиготних ліній (сухопутних рас). Відбір нових фенотипів збільшить їх частоту в цих наземних расах, і природний ауткроссинг (~2%), який відбувається в ячмені, та індукований навколишнім середовищем ауткроссинг може мати місце у самозапилюваних видів, збільшить частоту інтрогресії сприятливих алелів у локально адаптовані геноми. Цікаво, що багато початкових ознак одомашнення залишаються критичними в сучасній селекції ячменю [4].

В Україні ячмінь щорічно вирощується на площі 2,4–2,8 млн га і є другою після пшениці зерновою культурою в Україні. Експорт зерна ячменю становить близько 4,3 млн тонн на рік. Водночас одним із стримуючих факторів для отримання якісного врожаю є хвороби, зокрема плямистості листя. Серед хвороб листя ячменю найпоширенішими залишаються сітчаста плямистість (*Pyrenophorateres* Drechsler.) у сітчастій і плямистій формах і плямистість (*Bipolaris sorokiniana* Shoem.). Вони зустрічаються в усіх регіонах вирощування ячменю. Ячмінний опарник (*Rhynchosporium secalis* (Oudem.) Davis.) поширений переважно в лісовій зоні та західній частині лісостепової зони і в останні роки з дощовим літом набув більшого поширення. періодично виникають спалахи смугастої плямистості (*Pyrenophora graminea* S. Ito&Kurib) [5].

Як відомо, найбільшою селекційною установою в Україні є Харківський інститут рослинництва. Важливо вказати про те, що на сьогоднішній день основними напрямками діяльності даного інституту є розробка теоретичних основ селекції, включаючи методи біотехнології; селекція на імунітет;

дослідження фізіологічних, біохімічних і генетичних основ продуктивності, морозостійкості, посухостійкості; підвищення якості зерна; створення нових високопродуктивних сортів-інновацій зернових колосових культур; розробка інноваційних, екологічно безпечних технологій вирощування нових сортів зернових колосових культур; виробництвобазового та базового насіння [6].

Визнання того, що генетична вразливість і плато врожайності є неминучим наслідком вузької бази зародкової плазми, спонукало до систематичного пошуку корисних генетичних варіацій у предка дикого ячменю (*H. vulgaresubsp. spontaneum*), наземні раси та неадаптована зародкова плазма. Визнаючи, що різниця між наземними расами та неадаптованою зародковою плазмою є розпливчастою, велика частина літератури про розширення різноманітності адаптованого до місцевих умов культивованого ячменю зосереджена на характеристиці з меншою кількістю конкретних прикладів інтрогресії. Унікальні міркування та проблеми стосуються кожного з цих класів зародкової плазми – загалом доступ до корисних алелів *H. Vulgaresub sp. spontaneum*, а не так страшно для неадаптованої зародкової плазми чи наземних рас. Ці міркування включають перехресну несумісність, безпліддя, знижену рекомбінацію та інтрогресію небажаних чужорідних сегментів геному, що призводить до перетягування зчеплення [8].

Технології секвенування наступного покоління (NGS) забезпечили економічно ефективні методи дослідження варіацій у всьому геномі та оптимістично сприятимуть не тільки характеристикам зародкової плазми, але й економічно вигідному та ефективному інтрогресійному розведенню. Використання платформ генотипуванняоднонуклеотидного поліморфізму високої щільності (SNP) дало цінну інформацію про структуру популяції в масивах зародкової плазми ячменю, що, у свою чергу, дає підказки щодо одомашнення, географічного розташування, походження, міграції, рекомбінації та алельної різноманітності. Дві з цих платформ відіграють важливу роль у наших власних зусиллях щодо інтрогресії. Варто наголосити на тому, що дані повторного секвенуваннятранскриптомів були використані для розробки аналізу IlluminaInfinium 9K, у якому можна одночасно протестувати 7842 SNP. Більш пізній масив генотипування був побудований на основі виклику варіантів ДНК за допомогою захоплення екзонів (EC) у ряді зародкової плазми європейського ячменю. Цей новий масив для генотипуванняIlluminaInfinium 50K iSelect об'єднує попередню інформацію про генотипування з масиву 9K для надання 43 461 SNP (6 251 9K + 37 789 EC), доступних для генетичного картографування та аналізу різноманітності. Секвенований геном ячменю разом із біоінформаційними інструментами сприятиме інтрогресії цільових геномних областей, ідентифікованих під час генетичної характеристики різноманітної зародкової плазми [10].

Потрібно відзначити, що інтрогресійна селекція була важливим методом поліпшення ячменю з моменту одомашнення, і вона залишається ключовим інструментом для розширення генетичного різноманіття для вирішення поточних і майбутніх проблем у рослинництві. Ячмінь служить чудовим

прикладом для картографування історії, поточного стану та майбутніх перспектив інтрогресійного розведення.

Колекції зародкової плазми зберігаються в слідуючих наукових установах по всьому світу: Інститут генетики рослин і досліджень сільськогосподарських рослин імені Лейбніца (ІРК, Німеччина), Ресурсний центр ячменю та диких рослин Окаямського університету (Японія), Міжнародний центр сільськогосподарських досліджень у посушливих районах (ICARDA), Національна колекція дрібного зерна Міністерства сільського господарства (USDA-NSGC, США). Останній містить 29 870 екземплярів ячменю, включаючи сорти, лінії селекції, наземні раси, диких родичів і генетичну базу з більш ніж 100 країн, і був детально охарактеризований за низкою економічно важливих ознак. Ці колекції та інші подібні до них є багатим джерелом зародкової плазми для пошуку нових алелів для стійкості до хвороб посухостійкості, холодостійкості, підвищеноїврожайності та інших важливих ознак [10].

Слід врахувати той чинник, що перед селекціонерами стоїть завдання створити та впровадити у виробництво сорти ячменю ярого, які відрізняються скоростиглістю, високим адаптаційним потенціалом та екологічною пластичністю. Такі сорти будуть давати високі стабільні врожаї протягом багатьох років, забезпечуючи високу рентабельність рослинництва; це забезпечить більш повну реалізацію потенціалу врожаю ячменю за врожайністю та якістю продукції [9].

Висновки. Існуючі та потенційні сорти ячменю мають вузьку генетичну базу, що робить їх схильними до наслідків нових та різноманітних абіотичних та біотичних стресів, які можуть знизити врожайність та якість. Глибше та більш практичне розуміння генетичних ресурсів ячменю є необхідним для їх ефективного використання для розробки покращених сортів.

Список використаної літератури.

1. Булах О.О., Криворученко Р.В., Васько В. О., Гудим О.В. Загальна генетика: Методичні вказівки до семінарських, практичних занять і самостійної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня галузі знань 20 Аграрні науки і продовольство спеціальності 201 Агрономія (Агрономія, Плодоовочівництво, Агрохімія та ґрунтознавство). Харків: РВВ ХНАУ ім.В.В. Докучаєва, 2018. 22 с.

2. Гопцій Т.І., Лиманська С.В., Гудим О.В. Методи оцінки вихідного і селекційного матеріалу: навч. посіб. Харків: ХНАУ, 2021. 106 с.

3. Гопцій Т.І., Гудим О.В. Загальна селекція рослин: метод. вказівки для самостійного вивчення дисципліни для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форм навч. спец. 201 Агрономія; Держ. біотехнол. у-нт. Харків, 2023. 45 с.

4. Захист рослин: наукові здобутки та перспективи досліджень : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 75-річчю заснування Інституту захисту рослин НААН, 150-річчю від дня народження Поспелова Володимира Петровича, 100-річчю від дня народження Арешнікова

Бориса Андрійовича, 90-річчю від дня народження Доліна Володимира Гдаліча (24-25 травня 2022 року). К.: ІЗР НААН, 2022. 248 с.

5. Охорона прав на сорти рослин: Бюлетень. Український інститут експертизи сортів рослин. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ». Вип. 3. 2023. 149 с.

6. Про затвердження Порядку проведення сертифікації, видачі та скасування сертифікатів на насіння та або садивний матеріал та форм сертифікатів на насіння та/або садивний матеріал. 2019 р. URL: http://search.ligazakon.ua/1_doc2.nsf/link1/KP170097.html. (дата звернення: 28.12.2023).

7. Селекція рослин. URL: <https://journal-grain-crops.com/uk/arhiv/view/60e55fcf8348d.pdf> (дата звернення: 28.12.2023).

8. Селекція та насінництво польових культур : навчальний посібник. Вінниця : ТВОРИ. 2020. 348 с.

9. Killian, D., Palladino, M. A., Klug, W. S., Cummings, M. R., Spencer, C. A. (2019). Concepts of Genetics. Great Britain: Pearson. 2019. 864 с.

Вадим МАНІЛКО⁵,
студент 3 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

КОНТРОЛЬ ШКІДЛИВОСТІ БУР'ЯНІВ В АГРОФІТОЦЕНОЗІ КУКУРУДЗИ

***Анотація.** Наявність сегетальної рослинності серед культурних рослин під час вегетації є одним із чинників, що потребує дослідження. В даній роботі описано розроблені на основі проведених польових досліджень системи хімічного захисту культурних рослин від бур'янів в агроценозах кукурудзи сучасними препаратами, що дає можливість отримати максимальну врожайність зерна культури. Досліджено те, як бур'яни впливають на процеси формування урожайності посівів кукурудзи. Описуються хімічні методи контролю забур'яненості та шкочинності, вплив піддослідних гербіцидів на сегетальну рослинність у ту чи іншу фазу розвитку культури.*

***Ключові слова:** контроль, бур'яни, кукурудза, урожайність, гербіциди.*

***Annotation.** The presence of segetal vegetation among cultivated plants during the growing season is one of the factors that requires research. This paper describes the system of chemical protection of plants against weeds in corn agrocenoses with modern preparations developed on the basis of field research, which makes it possible to obtain the maximum yield of the crop grain. It was studied how weeds affect the yield of corn crops. Chemical methods of weed control are described.*

⁵Науковий керівник: Окрушко С. Є. кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

Chemical methods of weed control and pest control, the effect of experimental herbicides on segetal vegetation in one or another phase of crop development are described.

Keywords: control, weeds, corn, productivity, herbicides.

Вступ. Кукурудза (*Zea mays* L.) – одна з найбільш урожайних цінних зернових культур, що широко використовується для різних потреб – продовольчих, технічних, енергетичних та кормових [1, 3].

Як стратегічна культура вона сприяє розвитку агросектору України.

З метою реалізації врожайного потенціалу кукурудзи важливим завданням є використання у виробництві сучасних та ефективних конкурентоспроможних технологій її вирощування, які мають базуватися не лише на посіві високопродуктивних гібридів, але й на системі захисту її посівів від небажаної рослинності [6, 8, 9].

Агрономічна служба має створити для кукурудзи передумови появи дружніх сходів культури та надійний захист від бур'янів, шкідників та хвороб на всіх етапах її вегетації.

Сегетальна рослинність конкурує з рослинами кукурудзи за фактори життєдіяльності: світло, воду та поживні речовини. Проблема контролю рівня присутності та шкодочинності бур'янів є актуальною для аграрного сектору України.

До змикання листя кукурудзи в рядках у її міжряддях, що мають ширину 70 см, наявними є сприятливі умови для проростання та розвитку бур'янів. Ці конкуренти культури займають екологічні ніші та згодом істотно пригнічують процеси формування урожайності культури.

Умови проростання насіння кукурудзи мають вплив на рівень її майбутнього забур'янення [3, 4].

Одна з характерних особливостей бур'янів – недружність проростання насіння, що дуже ускладнює боротьбу з ними. Зміна погодних умов, наприклад, чергування холодних і теплих періодів, а також дощі можуть спричинити послідовні спалахи проростання насіння всіх видів бур'янів [5].

Враховуючи низьку конкурентну здатність кукурудзи до сегетальної рослинності на початку її вегетації та високу потенційну забур'яненість полів необхідним заходом є внесення гербіцидів із метою захисту культурних рослин в гербокритичний період. Разом з тим, вирощування в сівозміні кукурудзи, як просапної культури, сприяє очищенню території від бур'янів за умови правильного її вирощування, тобто вона є хорошим попередником для інших культур [2, 4].

Таким чином проблема захисту кукурудзи від небажаної рослинності у зв'язку із впровадженнями у виробництво нових її гібридів різних груп стиглості, різноманітністю видового складу бур'янів на кожному полі, а також із змінами клімату на глобальному та регіональному рівні, є актуальною для формування високопродуктивних агроценозів даної культури.

Виклад основного матеріалу. З метою оптимізації регламентів застосування гербіцидів вивчалася ефективність їх дії на агробіологічні групи бур'янів. А також вплив зниження рівня забур'янення на продуктивність

кукурудзи. Вирощували гібрид Парадіз зернового та силосного напрямку. Норма висіву насіння кукурудзи 65 тис./га. Площа облікової ділянки 25 м², повторність – чотирикратна, з послідовним розміщенням ділянок.

Впродовж вегетаційного періоду вели спостереження за станом культурних рослин на оброблених гербіцидами ділянках. Відмічали ознаки їх пошкодження, строки і ступінь прояву цих ознак. Фенологічні спостереження вели та біометричні показники (висота рослин і площа листової поверхні), а також основні структурні елементи її продуктивності (довжина качана, маса 1000 зерен) визначали згідно загальноприйнятих методичних рекомендацій. Облік забур'яненості посівів кукурудзи визначали кількісно-ваговим методом [7].

Вивчали вплив дослідних гербіцидів (Харнес та Стеллар) на густоту стояння рослин, строки настання фаз росту і розвитку та структуру врожаю. Гербіциди вносили у відповідні терміни ранцевим оприскувачем із нормою витрати робочої рідини 200 л/га та суворим дотриманням правил техніки безпеки.

Облік врожаю зерна кукурудзи проводили суцільним методом із послідувачим перерахунком на 14% вміст вологи.

Ґрунтовий гербіцид Харнес вносили одразу ж після посіву кукурудзи із зарубкою його в ґрунт бородами. Тому що його ефективність залежить від вологості ґрунту. Чим вищий її вміст, тим кращою буде його фітотоксична дія на проростки бур'янів.

Діюча речовина Харнесу діє як інгібітор проростків. Також вона пригнічує в кореневій системі рослин процеси клітинного дихання. Після внесення в ґрунт ацетохлор залишається в його верхньому шарі, проникаючи в бур'яни через коріння і проростки. За оптимального зволоження ґрунту він зберігає активність впродовж 12 тижнів.

Страховим гербіцидом Стеллар обприскувати посіви у фазу 3–5 листків у кукурудзи. Він містить дві діючі речовини – топрамезон та дикамба. Стеллар також має ґрунтову дію, відповідно забезпечує тривалий захист від бур'янів. Тому на наступний рік після його внесення не рекомендують висівати бобові культури. На відміну від Харнеса препарат Стеллар крім малорічних бур'янів може знищувати навіть багаторічні дводольні бур'яни.

Від рівня присутності та ярусу розміщення рослин бур'янів у посівах кукурудзи значною мірою буде залежати освітлення культурних рослин, тобто ефективність процесу фотосинтезу. Швидший ріст та розвиток бур'янів на початку вегетації кукурудзи обумовлений їхньою здатністю витримувати нічні зниження температури та краще розгалуженою кореневою системою. Вищу конкурентну здатність сегетальної рослинності також обумовлює й швидше поглинання поживних речовин та вологи. Згодом всі ці чинники впливу знаходять відображення на рівні урожайності культури.

В посівах переважали малорічні бур'яни: плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli* L.), мишій сизий (*Setaria glauca* L.), зірочник середній (*Stellaria media* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), галінсога дрібноквіткова (*Galinsoga parviflora* Cav.), грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris*), щиряца звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.), паслін чорний (*Solanum nigrum* L.), а з багаторічних видів іноді поодинокі зустрічалися в посівах: пирій повзучий

(*Elytrigia repens* L.), будяк польовий (*Cirsium arvense* L.) та березка польова (*Convolvulus arvensis* sL.).

Комплекс визначених бур'янів включає в себе різні агробіологічні групи. Тому використати для знищення бур'янів в посівах кукурудзи лише агротехнічні заходи не достатньо враховуючи велику тривалість її вегетації. Тобто, обійтися без застосування гербіцидів в сучасних технологіях вирощування цієї культури майже неможливо, враховуючи високий рівень потенційного засмічення.

Контроль бур'янової рослинності в агроценозах кукурудзи проводили наступним чином. Проводили обліки забур'яненості кукурудзи двома кількісними (під час вегетації) та кількісно-ваговим (перед збиранням врожаю) методами.

В ході експерименту встановили, що дослідні гербіциди якісно контролюють сегетальну рослинність в агроценозі. Харнес не подіяв на багаторічні бур'яни, що пояснює вищу забур'яненість даного варіанту порівняно із страховим гербіцидом Стеллар. Присутність пирію повзучого (*Elytrigia repens* L.), будяка польового (*Cirsium arvense* L.) та березки польової (*Convolvulus arvensis* L.) збільшили показники кількості та маси бур'янів порівняно з іншими дослідними варіантами. На час збирання врожаю зерна кукурудзи на варіанті внесення ґрунтового гербіциду Харнес кількість бур'янів знизилася в 7,1 рази, а їх маса була на 83,7% менше ніж на контрольному варіанті.

Страховий гербіцид Стеллар забезпечив зменшення чисельності бур'янів до 6 шт./м², а маса їх знизилася у 11,5 разів.

Послідовне внесення цих гербіцидів дозволило найкраще контролювати присутність бур'янів: кількість знизилася на 96,3%, а маса – на 93,8%. Дана композиція істотно знижувала шкідливу дію сегетальної рослинності на культурні рослини.

Гігантські екземпляри на контрольному варіанті сформували: лобода біла, щиряца звичайна, будяк польовий. Вони, відповідно, утворили й велику кількість насіння, що поповнило його запас у ґрунті. А це складає небезпеку забур'янення наступних культур у сівозміні.

На дослідних варіантах незначна присутність неотенічних бур'янів впродовж вегетації не завадила розвитку кукурудзи. Відсутність конкуренції з сегетальною рослинністю за поживні речовини, воду та світло позитивно вплинула на біометричні показники культурних рослин. Впродовж вегетації за фазами розвитку кукурудзи визначали висоту рослин. Перед збиранням врожаю висота кукурудзи на варіантах гербіцидного захисту на 8–14 см перевищувала рослини на контрольному варіанті.

Обприскування агрофітоценозу гербіцидами дозволило радикально вирішити непродуктивне використання вологи, сонячної радіації та мінеральних поживних елементів. А із закінченням періоду конкурентних відносин між кукурудзою та бур'янами, що за літературними даними настає після викидання нею волоті, фітосанітарний стан ценозу поліпшився.

Порахувавши кількість листків на рослину було обліковано їх найбільшу кількість – 16 у варіанті послідовного внесення гербіцидів Харнес та Стеллар. На інших дослідних варіантах налічили по 14 листків на рослину. А на контролі

було лише 12 шт. Поліпшення умов для формування асиміляційного апарату запобігло негативному впливу бур'янів та підтвердило їхню економічну та екологічну привабливість.

Відповідним чином це вплинуло на площу листової поверхні, яка на безгербіцидному варіанті становила 40,1 дм². На ділянках, де захист кукурудзи від бур'янів проводили ґрунтовим гербіцидом Харнес (2,5 л/га) площа листової поверхні культурних рослин була 42,9 дм². А на ділянках внесення страхового гербіциду Стеллар (1,25 л/га) – 43,1 дм². Найбільшою була площа листя з однієї рослини на варіанті послідовного внесення ґрунтового гербіциду Харнес (1,5 л/га) та страхового Стеллар (1,1 л/га) – 47,9 дм².

Чим більшою було площа листової поверхні у культурних рослин, тим краще кукурудза пригнічувала сеgetальну рослинність. З літературних джерел відомо, що в другій половині вегетації високостебельні культури до яких і належить кукурудза характеризуються високою конкурентною здатністю. Але до цього часу закінчується в неї гербокритичний період. Генеративні органи закладаються до формування 10 листків у кукурудзи, тому без якісного захисту її від бур'янів до цієї фази не можливо обійтися.

Усунення конкурентів культурних рослин з агрофітоценозів підвищує їхню продуктивність та якість врожаю. На варіантах із гербіцидним захистом кукурудзи спостерігали вищу масу 1000 зерен та, відповідно, й вищу масу зерна з качана на тлі контрольного варіанту. Позитивний ефект щодо зниження шкідливої дії бур'янів на рослини кукурудзи дозволив отримати вищу врожайність зерна на дослідних ділянках в порівнянні з контролем.

Вагомий ефект має вплив на продуктивність рослин кукурудзи рівень сприятливості умов погодивпродовж періоду вегетації культури. У липні є найбільшою потреба рослин кукурудзи у вологозабезпеченні. Зазвичай в цей час опади стають лімітуючим фактором для урожайності культури, що перебуває у фазі цвітіння. Бур'яни, поглинаючи значну кількість вологи, значно погіршують умови розвитку культурних рослин.

Захист рослин має бути екологічно безпечним. Тому, крім того, що проводився облік забур'янення, також моніторився і стан культурних рослин та їх густота. Негативного впливу гербіцидів, що вивчалися у досліді на культуру не було зареєстровано.

Застосування хімічного методу дозволяє скоротити кількість міжрядних обробітків ґрунту, що позитивно впливає на його структуру та собівартість продукції. А також більш ефективно використовувати обмежені запаси вологи та мінеральні елементи живлення.

Посушливі умови наприкінці весни та на початку літа в роки досліджень зменшили тривалість дії ґрунтового гербіциду Харнес. Також в конкурентних відносинах з багаторічними бур'янами на даному варіанті рослини кукурудзи витрачали свої ресурси. Тому приріст зерна по відношенню до контрольного варіанту був 2,65 т/га.

На варіанті внесення страхового гербіциду Стеллар для знищення бур'янів приріст врожайності кукурудзи до контролю за два роки досліджень був 2,77 т/га.

Ефективність гербіцидного контролю бур'янів оцінюється рівнем збереженого врожаю. Найбільша втрата генетичного потенціалу врожайності кукурудзи зафіксована на контрольному варіанті із природним забур'яненням посівів.

Та найвищу урожайність зерна кукурудзи в середньому за два роки досліджень – 7,55 т/га було отримано на варіанті з композиційним внесенням ґрунтового гербіциду Харнес (1,5 л/га) та страхового гербіциду Стеллар (1,1 л/га). Систематичний захист від бур'янів, якісна фітотоксична дія забезпечили приріст врожаю на 3,17 т/га в порівнянні з контрольним варіантом.

Висновки. Дослід показав, що застосування гербіцидів має сильний ефект на утворення бур'янів у посівах та на нормальний розвиток кукурудзи. Під час збирання врожаю зерна кукурудзи на варіанті де було внесено ґрунтовий гербіцид Харнес, кількість бур'янів вдалося знизити в 7,1 рази, а їх маса була на 83,7% менше ніж на контрольному варіанті.

Застосування страхового гербіциду Стеллар дало можливість забезпечити зменшення чисельності бур'янів до 6 шт./м², а біомаса їх знизилася у 11,5 разів.

Тож у підсумку внесення даних гербіцидів дозволило найкраще контролювати присутність бур'янів: кількість яких знизилася на 96,3%, а маса – на 93,8%.

Список використаної літератури

1. Дем'янюк О. С., Шацман Д. О. Агроекологічна та економічна оцінка застосування ґрунтових і страхових гербіцидів при вирощуванні кукурудзи на зерно в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Збалансоване природокористування*. 2019. № 2. С. 57–64.

2. Красенков С. В., Березовський С. В., Носов С. С. Контроль забур'яненості посівів кукурудзи з використанням ґрунтових і післясходових гербіцидів. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2014. № 6. С. 91-95.

3. Мазур В.А., Шевченко Н.В., Яковець Л.А. Агробіологічні особливості вирощування гібридів кукурудзи для виробництва біостанолу в умовах Лісостепу Правобережного. Вінниця: ТОВ «Друк». 288 с.

4. Міленко, О. Г., Горячун, К. В., Звягольський, В. В., Козинко, Р. А., & Карпінська, С. О. (2020). Ефективність застосування ґрунтових гербіцидів у посівах кукурудзи на зерно. *Scientific Progress & Innovations*, (2), 72–78. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.09>

5. Окрушко С. Є. Контроль чисельності бур'янів у посівах кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. Вип. 14. С. 163–171.

6. Паламарчук В.Д., Колісник О.М. Сучасна технологія вирощування кукурудзи для енергоефективного та екологічнобезпечного розвитку сільських територій. Вінниця: Друк, 2022. 376 с.

7. Пашенко Ю. М., Шевченко М. С., Матюха Л. П., Ткаліч Ю. І. Методика обліку бур'янів у дослідних і виробничих умовах та визначення ефективності агротехнічних заходів їх контролювання. Ін-т зерн. госп-ва НААН України. Дніпропетровськ. 2009. С. 7–9

8. Як позбутися бур'янів на посівах кукурудзи. URL.:

<https://agrimatco.ua/news/yak-pozbutisya-buryaniv-na-posivakh-kukurudzi> (дата звернення: 25.02.2024).

9. Регулювання чисельності бур'янів у посівах кукурудзи. URL.: <https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/2975> (дата звернення: 25.02.2024).

Андрій ГРИГОРУК⁶,
студент 2-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ ВИДУ *BRASSICA NAPUS L.*

Анотація. Загальновідомо, що ріпак є однією з найважливіших сільськогосподарських культур і використовується в багатьох напрямках. Через наступаючу кліматичну кризу потенціал врожайності ріпаку все більше погіршується. Окрім зміни умов навколишнього середовища, розширення посівних площ також сприяє зараженню ріпаку різноманітними шкідниками та патогенами. Це зумовлює необхідність пошуку створення нових сортів і гібридів ріпаку. Вид *Brassica napus L.* представляє значущий генетичний ресурс. В статті розглянуто важливість генетичної мінливості у виді для підтримки біорізноманітності та адаптації ріпаку до змін у середовищі.

Ключові слова: ріпак, генетичні ресурси, сорт, гібрид.

Annotation. It is well known that rapeseed is one of the most important crops and is used in many areas. Due to the ongoing climate crisis, the yield potential of rapeseed is increasingly deteriorating. In addition to changing environmental conditions, the expansion of rapeseed acreage also contributes to the infestation of rapeseed with various pests and pathogens. This makes it necessary to search for the creation of new varieties and hybrids of rapeseed. The *Brassica napus L.* Species represents a significant genetic resource. This article discusses the importance of genetic variation in the species for maintaining biodiversity and adaptation of rapeseed to environmental changes.

Key words: rapeseed, genetic resources, variety, hybrid.\

Вступ. Культурні рослини є основними компонентами харчування людей і тварин і відіграють важливу роль як відновлювані ресурси або як основні інгредієнти для хімічної чи фармацевтичної промисловості. Ріпак (*Brassica napus L.*) вважається однією з найважливіших сільськогосподарських культур. Його використовують як високоякісну харчову олію, як корм з високим вмістом білка

⁶Науковий керівник: Аралова Т.С. кандидат с.-г.н., старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

для розведення худоби, як біопаливо або як сировину для хімічної промисловості, як поверхнево-активні речовини, пом'якшувачі або біорозкладні лаки.

Середолійних культур ріпак займає друге місце після сої за величиною світового ринку. Крім того, це також одне з найважливіших джерел білка для годування тварин. Насіння ріпаку забезпечує в середньому 40–50 % олії в сухому розрахунку та вміст білка 17–26 %. Цього було досягнуто за допомогою програм селекції, розпочатих у 1970-х роках, що призвело до значного зменшення вмісту шкідливих глюкозинолатів та ерукової кислоти у два рази. Ріпак є основною культурою для виробництва олійних культур у Європі.

Через прогресуючу кліматичну кризу потенціал врожайності ріпаку все більше страждає. Зокрема, підвищення температури, зміна структури опадів і збільшення кількості екстремальних погодних явищ призводять до несприятливих наслідків, таких як зниження врожайності. Змінені умови навколишнього середовища та збільшення посівних площ сприяють зараженню ріпаку різними шкідниками та патогенами. Серед найбільш важливих патогенів – вірус жовтого буряка, види *Phomalingam* і *Verticillium* відповідно.

Виклад основного матеріалу. У всьому світі родина Brassicaceae має важливе різноманіття видів рослин, включаючи понад 3700 видів і 338 родів. Види роду *Brassica* мають багато застосувань, таких як олія, фураж, зелене добриво, біодизель та інші види використання. Різні види *Brassica* були одомашнені в різних частинах світу залежно від екології та потреб людини. Загалом, рід *Brassica* є потенційним набором генетичного матеріалу з багатьма бажаними агрономічними та садівничими ознаками.

Завдяки олійним культурам *Brassica* разом виробляють близько 15% загального світового запасу рослинних олій, вони є третім провідним джерелом харчової олії у світі після сої та пальми. Ріпак є найважливішим видом олійної культури *Brassica napus* L., яка є прибутковою культурою завдяки динамізму та актуальності наукових та агрономічних досліджень, головним чином у галузі генетичної селекції, вдосконалення управління рослинництвом та молекулярної біології [1].

Ріпак (рис 1.) – це культура, яка має широку адаптацію до різних умов середовища (клімат, ґрунт тощо). Основною метою селекційної програми по створенню нових сортів ріпаку є створення високопродуктивних і стабільних сортів з високим вмістом олії та гарної якості. Протягом останніх кількох десятиліть ріпак (*Brassica napus* L.) отримав посилений сортовий відбір за агрономічними та господарськими ознаками, що призвело до скорочення генетичної бази. Схрещування насправді є основною стратегією, прийнятою для створення та розширення існуючого генетичного різноманіття та розвитку бажаних сортів. Тим не менш, розумний вибір батьківського схрещування залишається великою проблемою для успішної селекційної програми та виведення нових сортів, які ефективніші за старі. Традиційно батьків обирають на основі їхніх фенотипових ознак; однак морфологічні особливості не дають реального рівня генетичного різноманіття зародкової плазми ріпаку. З моменту одомашнення олійні види *Brassica* зазнали прогресивної трансформації. Зусилля щодо розведення *B. napus* були зосереджені насамперед на покращенні

врожайності насіння, якості олії, а також стійкості до хвороб, стійкості до абіотичного стресу та стійкості до гербіцидів.

Революція в біотехнології рослин, включаючи молекулярні маркери, геномні інструменти та генетичне картування, дозволила зрозуміти складний генетичний склад і функції генів. Селекціонери покладаються на різноманітність генетичних ресурсів сільськогосподарських культур, інструментів і методів селекції, щоб включити генетичне різноманіття в комерційні сорти або розробити нові сорти з покращеними агрономічними характеристиками, такими як висока врожайність, стійкість до біотичних і абіотичних стресів і висока харчова якість.

Молекулярні маркери є дуже потужними інструментами біотехнології на основі ДНК, які можуть виявити генетичний поліморфізм, який не залежить від умов навколишнього середовища, і, таким чином, мають великий потенціал для компенсації низької дискримінаційної сили морфологічних ознак. Молекулярні маркери дозволяють ідентифікувати та характеризувати генотипи рослин через прямий доступ до генетичної інформації. Слід зазначити, що аналіз за допомогою молекулярних маркерів дозволяє обирати батьківські типи для картографування популяцій, селекції за допомогою маркерів і схем схрещування. Таким чином, аналіз різноманітності з використанням молекулярних маркерів допомагає селекціонерам покращувати види сільськогосподарських культур [2].



Рис 1. Суцвіття ріпаку [3]

Підвищення врожайності, а також якості олії та шроту ріпаку (*Brassica napus* L.) є двома важливими цілями для селекціонерів ріпаку. Широко доведено, що типи з жовтим насінням мають більший вміст олії та білка, нижчий вміст клітковини та тьмяного пігменту, ніж типи з коричневим насінням. Таким чином, жовтий колір насіння є бажаною ознакою для ріпаку, оскільки він може підвищити дієтичну кормову цінність і знизити вартість переробки. Однак ознака жовтого насіння рідко зустрічається у *B. Napus* в природі.

Систематика

Домен: Ядерні (Eukaryota)
Царство: Рослини (Plantae)
Відділ: Вищі рослини (Streptophyta)
- Судинні (Tracheophyta)
- Насінні (Spermatophyta)
- Покритонасінні (Magnoliophyta)
- Евдикоти
Підклас: Розиди (Rosids)
Порядок: Brassicales
Родина: Капустяні (Brassicaceae)
Рід: Капуста (Brassica)
Вид: Ріпак (рис.2)



Рис 2. Вид Brassicanapus[4]

Як і більшість сільськогосподарських культур, ріпак удосконалювався протягом тривалого періоду, а генетична основа передових сортів нині звужена. Збільшення генетично різноманітних генофондів є важливою вимогою в селекції рослин. Сорти ріпаку з жовтим насінням від міжвидових схрещувань є потенційно важливим ресурсом для розширення генетичного різноманіття в генофонді *B. napus*. Жовтий колір насіння – це окремий тип від типу коричневого насіння. До теперішнього часу інформація про різноманітність жовтонасінних зразків вивчена недостатньо [5–6].

Вивченням і селекцією цієї культури в Україні займаються Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, Всеукраїнський науковий інститут селекції, Інститут олійних культур НААН України. Найпоширенішими сортами та гібридами *Brassica napus* L. в Україні є такі:

ФУГА (рис. 3)

У Реєстрі сортів рослин України з 2019 року.

Автори: Плетень С. В., Лісняк Г. Д., Іванов М. В., Тарасова Г. А.

Високоврожайний сорт озимого ріпаку харчового напряму використання. За рахунок інтенсивного розгалуження рослин пригнічує практично всі однорічні бур'яни і дозволяє одержувати високий урожай насіння.

Тривалість вегетаційного періоду 282–285 доби. Маса 1000 насінин – 3,8 г. Стебло у рослини пряме, округле, розгалужене, заввишки 160 см. Потенційна врожайність 4,2 т/га. Вміст олії в насінні 43%, ерукова кислота відсутня, вміст глюкозинолатів у насінні – 18 мкмоль/г. Сорт стійкий проти вилягання рослин і осипання насіння, вирізняється високою посухостійкістю. Зимостійкість за 10-бальною шкалою становить 8 балів.

Середньостійкий проти хвороб та шкідників. Рекомендовано для вирощування в Степовій та Лісостеповій зонах.



Рис 3. Ріпак сорту Фуга [7]

КВАРТЕТ (рис 4)

У Реєстрі сортів рослин України з 2019 року.

Автори: Комарова І. Б., Виновець В. Г., Сенік Р. В.

Високоврожайний сорт озимого ріпаку харчового напрямку використання. За рахунок формування великої кількості стручків у китиці дозволяє одержувати високий урожай насіння.

Стебло у рослини пряме, округле, розгалужене, заввишки 170 см. Квітки великі, жовтого кольору, зібрані у китицеподібне суцвіття. Плід стручок з насінням чорного кольору. Маса 1000 насінин 3,8 г. Потенційна врожайність 4,4 т/га. Вміст олії в насінні 44 %, ерукова кислота відсутня, вміст глюкозиноланів у насінні – 16 мкмоль/г. Сорт стійкий проти вилягання рослин і осипання насіння. Зимостійкість за 10-бальною шкалою становить 8 балів. Вирізняється високою посухостійкістю. Середньостійкий проти хвороб та шкідників. Рекомендовано для вирощування в Степовій та Лісостеповій зонах.



Рис 4. Ріпак сорту Квартет [7]

ПАРАЛЛАКС (рис. 5).

У Реєстрі сортів рослин України з 2018 року

Автори: Плетень С.В., Лісняк Г.Д., Іванов М.В., Першин О.Ф., Тарасова Г.А.

Гібрид ріпаку озимого. Тривалість вегетаційного періоду – 280 діб. Відрізняється потужним габітусом. Маса 1000 насінин 5г. Вміст олії в насінні – 46%. Потенційна врожайність 4,5 т/га.

Гібрид стійкий проти вилягання рослин і осипання насіння. Відрізняється високою зимостійкістю Середньостійкий проти хвороб та шкідників Рекомендований для вирощування в Поліссі, Степовій та Лісостеповій зонах[9].



Рис 5. ГібридПараллакс[7]

З моменту одомашнення види олійних культур *Brassica* зазнали прогресивної трансформації, пов'язаної з розвитком селекції та молекулярних технологій. За останні 30 років урожай ріпаку (*Brassica napus* L.) стрімко розширився в усьому світі завдяки інтенсивним інноваціям у створенні сортів та гібридів ріпаку, забезпечуючи ширший діапазон ринків, окрім харчової промисловості. Селекційні зусилля *B. napus* зосереджені головним чином на покращенні врожайності насіння, якості олії та якості шроту разом із стійкістю до хвороб, стійкістю до абіотичного стресу та стійкістю до гербіцидів. Революція в генетиці та генних технологіях, включаючи генетичне картування, молекулярні маркери, геномні інструменти та генні технології, особливо інструменти редагування генів, дозволила зрозуміти складну генетичну структуру виду [8].

Висновки. У підсумку, генетичні ресурси виду *Brassica napus* L., мають велике значення для екосистем та людства. Унікальні гени виду становлять важливий генетичний ресурс для збереження біорізноманіття та поліпшення сільського господарства. З урахуванням змін у середовищі важливо належним чином управляти та забезпечувати охорону цих генетичних ресурсів для майбутніх поколінь.

Список використаної літератури

1. Буткалюк Т.О., Вергелес П.М., Пінчук Н.В., Коваленко Т.М. Альтернативний ярого ріпаку та оцінка особливостей його розвитку і шкодочинності в умовах дослідного поля ВНАУ. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 9. С. 112–122.

2. Органічний ріпак. Дослідний інститут органічного сільського господарства (FiBL, Швейцарія) в рамках швейцарсько-українського проекту «Розвитокорганічного ринку в Україні». Київ. 2017. С. 25–26.

3. Рожкован В. Вітчизняні сорти озимого ріпаку. Озимий ріпак від А до Я (спецвипуск). *Пропозиція*: укр. журнал з питань агробізнесу. Київ:ТОВ «Юнівест Медіа», 2013. С. 12–13.

4. Савчук Ю. М., Антоненко О. Ф. Залежність урожайності та посівних якостей насіння ріпаку озимого від сортів та технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2019. № 2 (93). С. 20–27.

5. Савчук Ю. М., Волкодав В. В., Антоненко О. Ф. Визначення насінневої продуктивності рослин ріпаку *Brassica napus* L. var. *oleifera*: (науково-практичні рекомендації). Київ. 2018. 13 с.

6. Васильківського С.П. Спеціальна генетика сільськогосподарських культур. Біла Церква. 2011. 230с.

7. Ріпак. Режим доступу: URL: <http://imk.zp.ua/index.php/kataloh-sortiv-ta-hibrydiv/ripak> (дата звернення 23.01.2024).

8. Заїка Є.В., Дрозд О. М., Кондратюк В.В, Пивовар Т.М. Удосконалена методика підбору компонентів для створення 00-нульових сортів-синтетиків ріпаку: методичні рекомендації. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. 16 с.

Адріана КАЛІНУШКА⁷,
студентка 3 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

АМЕРИКАНСЬКИЙ БІЛИЙ МЕТЕЛИК (*HYPHANTRIA CUNEA* DRURY).

***Анотація.** В даній статті висвітлено біологію розвитку та поширеність американського білого метелика (*Hyphantria cunea* Drury.) як карантинного шкідника. Американський білий метелик відомий, як шкідник багатьох видів кущових та дерев'яних культур. Як відомо, ця комаха походить з Північної Америки і його було завезено на інші континенти.*

В Україні американський білий метелик є обмежено поширеним шкідником. Як свідчать дані 2024 року площі поширеності збільшуються і тому необхідно активно та ефективно протидіяти поширенню цього шкідника.

⁷Науковий керівник: Вергелес П.М., кандидат с.г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин.

Ключові слова: карантинний шкідник, поширеність, шкідливість, обмеження чисельності

Annotation. This article covers the developmental biology and prevalence of the American white butterfly (*Hyphantria cunea* Drury.) as a quarantine pest. The American white butterfly is known as a pest of many types of shrub and tree crops. As you know, this insect comes from North America and was introduced to other continents.

In Ukraine, the American white butterfly is a limited pest. As evidenced by the data of 2024, the areas of distribution are increasing, and therefore it is necessary to actively and effectively counteract the spread of this pest.

Keywords: quarantine pest, prevalence, harmfulness, population limitation

Вступ. Американський білий метелик (*Hyphantria cunea* Drury.) пошкоджує всі листяні плодові дерева. Личинки живляться в нещільно сплетених брудно-білих сітках, які охоплюють листя на кінцях гілок. У зоні живлення листя здираються, а плоди пошкоджуються. Втрата листя є більш важливою для молодих дерев.

Гусениці цього виду, є шкідником таких культур клен, яблуня, шовковиця, бузина, вишня, айва, виноград, груша, слива, волоський горіх, хміль. *Hyphantria cunea* Drury. поширений в Америці, Європі та Азії. За останні два століття фітофаг поширився в по всій території Африки, а також в Новій Зеландії та Австралії в результаті випадкових інтродукцій. На сьогоднішній день американський білий метелик вважається всесвітнім шкідником, оскільки поширився по більшій частині Європи та Азії. Наприклад, він був випадково завезений до Угорщини та Німеччини з Північної Америки в 1940-х роках, а згодом поширився в інших країнах Європи. На рис.1 зображено географія поширення американського білого метелика.

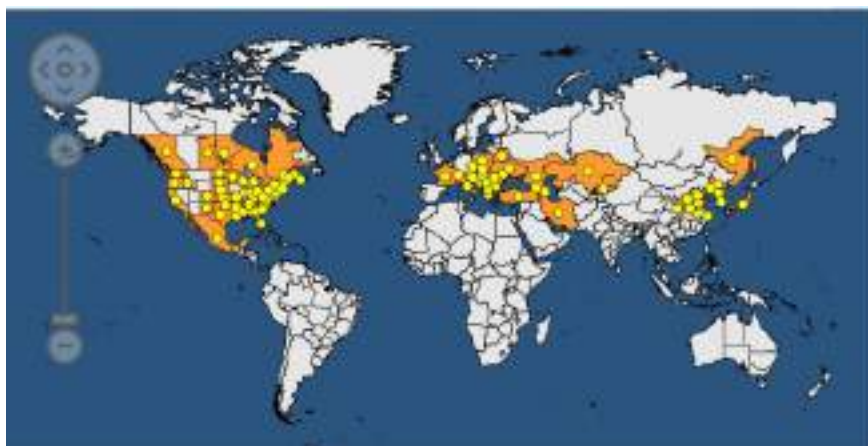


Рис.1 Географія поширення американського білого метелика [9]

В Україні американського білого метелика вперше виявлено у 1952 році в Закарпатській області. А з 1966 року відбулося поступове розповсюдження його в інші області країни (табл 1.).

Метою статті є уточнення біології розвитку та поширення американського білого метелика, як карантинного шкідника.

Виклад основного матеріалу. Зимує лялечка під відсталою корою, в щілинах парканів, різних будівель і в інших затишних місцях. Навесні розвиток лялечок завершується після встановлення середньодобової температури 9⁰С. Виліт імаго зазвичай припадає на кінець квітня – початок травня. Літ метеликів дуже розтягнутий за часом. Дорослі комахи активні в вечірній та нічний час, вдень ховаються в кронах дерев.

Імаго білих американських метеликів не здатне пережовувати їжу. Натомість у них є хоботок, котрий є схожий на тонку соломинку для пиття, котру вони використовують для втягування рідини в своє тіло. Імаго проводять більшу частину свого дня, переходячи від одного дерева або куща до іншого з тією метою, щоб отримати поживу.

Таблиця 1

Розповсюдження американського білого метелика в Україні, станом 01.01 2024 [4].

Найменування карантинних організмів	Заражено					Площа зараження (га)			К-сть карантинних зон (одиниць)		
	Областей	Районів	Міст	Населених пунктів	Присадибних ділянок	Господарств всіх ф.власн.	На присад. ділянках	В госп-вах всіх форм власності		На інших землях держ.	
Американський білий метелик	21	80	45	2153	78434	1067	7934,504	9135,16	81285,4875	98355,1515	789

Імагометеликаживиться нектаром з квітів або фруктів. Як відомо, він сідає на квітку і використовує датчики на лапках і вусиках, щоб визначити, чи має рослина той тип нектару, який вона хоче спожити. Як відомо це один із способів захисту від небезпечної для здоров'я рідини (рис. 2).



Рис 2. Імаго американського білого метелика [5]

Дорослі особини мають вигляд метелика з білими або білими крилами з чорними крапками, з розмахом крил близько 2,5–4 см; більшість метеликів-крапчиків – самці. Яйця мають світло-зелений колір і дорослі особини відкладають їх групами на нижню сторону листка.

Личинки першого і другого віку вважаються молодими і мають жовтуватий колір з подвійним рядом чорнуватих крапок уздовж тіла. Дорослі личинки досягають довжини 3–3,5 см, волосисті, коричневого кольору і з поздовжніми рядами чорнуватих горбків; з них з'являються пучки світлого волосся (з боків) і темного волосся (на спині). З боків тіла є дві поздовжні смуги жовтуватого кольору. Як відомо, американський білий метелик здатний уражати різні дерева та кущі як у культурному, так і в декоративному стані. Пошкодження визначають на основі личинкових стадій, головним чином викликаних живленням листя цією личинкою, що спричиняє інтенсивну дефоліацію (рис. 3).



Рис 3. Гусінь американського білого метелика [5]

Молоді личинки живляться поверхнею листків, вражаючи мезофіл, але залишаючи недоторканими ребра, а іноді також верхній епідерміс; таке пошкодження викликає скелетування листя. Чим старші личинки американського білого метелика, тим вони стають «ненажерливішими», з'їдаючи весь лист, включаючи основну жилку. Часто шкода є нищівною через зграйний характер личинок; протягом літа вони здатні знищити листя з усієї рослини, завдаючи їй сильного стресу, в тому числі через вимушене відростання внаслідок дефоліації в періоди нестачі води та надмірної спеки.

Фітофаг зимує у фазі лялечки, розвиваючи 2 покоління на рік із появою дорослих особин відповідно між квітнем і травнем і липнем – серпнем. На рис. 4 зображено яйцекладку американського білого метелика



Рис 4. Яйцекладка американського білого метелика [5]

Через 2–3 тижні із яєць відроджуються, маленькі личинки, які ведуть стадний спосіб життя в шовковистих гніздах, живлячись листям. Коли личинки ростуть, то вони розповсюджуються по рослинності, поїдаючи великі порції

листя, утворюючи їх скелетування. На початку липня з'являються нові дорослі особини, які дають початок другому поколінню, яке, як правило, є набагато більшим і, отже, здатним завдати значно більшої шкоди. Личинки другого покоління розвиваються між серпнем і вереснем, а потім, коли гусениці закінчують живитися, вони відходять від рослин у пошуках захищеного місця, де лялечки перезимують; на цій стадії вони можуть вторгнутися в численну кількість кущів та дерев, котрі найближче знаходяться до заражених рослин. На рис. 5 зображено павутину американського білого метелика.



Рис 5. Павутина американського білого метелика [5]

Шкідливість американського білого метелика – можна простежити виключно через його ненажерливість, котра може спричинити майже повне знищення листя атакованих рослин, навіть якщо це загалом не впливає на їх життєздатність. Завдяки своєму вигляду гусениці також можуть завдавати значних неприємностей мешканцям заражених територій, коли після завершення фази живлення в пошуках захищеного місця для того, щоб провести зиму, вони можуть перебиратися в житлові будинки та інші будівлі. Незважаючи на той чинник, що американські білі метелики мають ефектну щетину – гусениці не жалять.

Деякі білі метелики в США також є перелітними. Вони пересуваються територіями в пошуках їжі, щоб уникнути хижаків або в пошуках приємнішої температури. Таких метеликів можна побачити в багатьох зонах країни протягом обмеженого часу, перш ніж вони мігрують (рис. 6).



Рис 6. Гніздо личинок американського білого метелика на листку горіха

Для контролю популяції *Huphantria cunea* Drury. можна і треба використовувати різноманітні методи, включаючи механічні, а також біологічні й хімічні.

Механічний метод полягає в знищенні гнізд для зниження потенціалу зараження фітофагом; він застосовується, перш за все, для ландшафтних рослин, у міських парках, садах, де хімічна обробка часто неможлива як з медичних, так і з технічних причин (наприклад, великі рослини, де важко дістатися до певних місць).

Біологічні методи контролю популяції АБМ передбачають використання природних та екологічно чистих методів управління їх чисельністю. Ці методи включають [5]:

- Інтродукція природних хижаків, таких як хижі комахи оси-паразити, може допомогти контролювати їхню популяцію.
- Фізичні бар'єри, такі як плаваючі накривки між рядами або сітка, що можуть запобігти імаго доступ до рослин-господарів і відкладання яєць, тим самим зменшуючи шкоду посівам.
- Використання засобів біологічного контролю, таких як мікробні інсектициди або збудники хвороб комах, які спеціально спрямовані на личинки білого американського метелика, може бути ефективним біологічним методом контролю популяції.

Хімічні заходи контролю в свою чергу передбачають використання інсектицидів для контролю американського білого метелика. Хоча хімічний контроль може бути дуже ефективним у зменшенні кількості метеликів, він також несе потенційний ризик для нецільових організмів і навколишнього середовища [6].

Окрім цього важливо зазначити біотехнологічний метод контролю, що однак все ще знаходяться в експериментальній фазі; аленарправлені на контроль личинок *Hypanthracunea*.

Для видів рослин (таких як тополя та деякі лісові рослини) можна застосовувати мікробіологічний контроль за допомогою біопрепаратів на основі *Bacillus thuringiensis* (переважно підвид *Kurstaki*). Тестуються мікробіологічні препарати, включаючи суміші *Bacillus thuringiensis* з препаратами на основі грибів, зокрема гриба *Metarhizium anisopliae*, який показав достатню активність щодо личинок американського білого метелика.

Серед природних *Hypanthracunea* Drury. на різних стадіях розвитку є:

- Rhynchoti Anthocoridae, такі як рід Orius, який полює на яйця та rhynchotimyrids.
- Форфікул іддерматера *Forficul aauria* L.
- Жук-карабіда *Calosomas usophanta* L.
- Chrysopa та Chysoperlacarnea, чії личинкові стадії є хижаками для яєць.
- Жуки (кокцинеліди) і кліщі.
- Тахініди двокрилі (личинкові паразитоїди).
- Дика голубка, зозуля, одуд, пустельга, рябий дятел, кривошийка (личинкові хижаки).

Також є хороші результати від використання регуляторів розвитку хітину, таких як дифлубензурон, трифлумурон, тefлубенурон і флуфеноксурон, по яйцекладках або молодих личинках (залежно від сумісності зараженої рослини).

Високу ефективність, яку було відмічено в США, дає препарат МАС із діючою речовиною: тебуфенозид. Завдяки цій сполуці, використаній вперше в 1992 році, личинки американського білого метелика демонструють досить незвичайну поведінку, з повільним ростом і низькою життєвою силою, а також з високою смертністю в різних популяціях [7].

Висновки. Американський білий метелик (*Hypanthia cunea* Drury.) зустрічається в Північній Америці, а також у Європі та у великих районах субтропічного світу, а також і в Україні.

В Україні американський білий метелик є обмежено поширеним шкідником. Як свідчать дані 2024 року площі зараження збільшуються і тому необхідно активно та ефективно протидіяти поширенню цього шкідника.

Список використаної літератури

1. Американський білий метелик *Hypanthia cunea* Drury. URL: <https://www.biochemtech.com.ua/amerikanskiy-biliy-metelik-hyphantriacunea/> (дата звернення 20.03.2024 р.).

2. Захист врожаю від американського білого метелика. <https://agroportal.ua/news/rastenievodstvo/zberegti-vrozhay-vid-amerikanskogo-bilogo-metelika-poradi-agronomiv> (дата звернення 20.03.2024 р.).

3. Огляд поширення карантинних організмів в Україні. <https://dpss.gov.ua/fitosanitariya-kontrol-u-sferi-nasinnictva-ta-rozsadnictva/fitosanitarnij-kontrol/oglyad-poshirennya-karantinnih-organizmiv-v-ukrayini> (дата звернення: 20.03.2024).

4. Факти про Американського білого метелика (АМБ). <https://a-z-animals.com/animals/white-butterfly/> (дата звернення: 20.03.2024).

5. Мринський І.М., Урсал В.В., Забродіна І.В., Романов О.В., Воєводін В.В.; Шкідники плодових культур: навч. посіб. Київ: ТОВ Інтерконтиненталь, 2019. 728 с.

6. Шкода американського білого метелика. <http://polissia.net/?p=17541> (дата звернення: 20.03.2024).

7. Sourakov A., Paris T. FallWebworm, *Hypanthia cunea* (Drury.) (Insecta: Lepidoptera: Arctiidae: Arctiinae). URL: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN87800.pdf> (дата звернення: 20.03.2024).

8. Глобальна база даних ЄОКЗР <https://gd.eppo.int/taxon/HYPHCU/distribution> (дата звернення: 25.03.2024).

Денис КОШЕЛЬ⁸,
студент 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

**БУРЯКОВА ЛИСТОВА ПОПЕЛИЦЯ (*APHIS FABAE SCOP.*):
МОРФОЛОГІЧНІ ОЗНАКИ, БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ЗАСОБИ
ЗАХИСТУ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ**

Анотація. У даній статті теоретично узагальнено та висвітлено основну інформацію щодо бурякової листкової попелиці (*Aphis fabae Scop.*), її морфологічні ознаки, біологічні особливості та застосування засоби захисту від даного фітофага, чисельність якого в останні роки в 2–3 рази перевищує економічний поріг шкідливості. Відмічено, що відродження личинок попелиць з яєць, що зимують на пагонах калини та бруслини, відбувається у кінці березня – на початку квітня. Початок міграції листкової бурякової попелиці на вторинні трав'янисті рослини-господарі відмічено у II–III декадах травня. За обприскування буряків цукрових проти фітофага найбільш ефективним виявився інсектицид Енжіо 247 SC, к.с. На третій день після обробки його технічна ефективність була максимальною і складала 94,2%. Дещо нижчу ефективність проявляли такі препарати, як Карате Зеон 050 CS, мк. с. (92,1 %) та Нурел Д, 55 % к.е. (90,8 %).

Ключові слова: буряки цукрові, бурякова листова попелиця, шкодочинність, інсектициди.

Annotation. This article theoretically summarizes and highlights the main information about the beet aphid (*Aphis fabae Scop.*), its morphological features, biological features and the use of means of protection against this phytophagous, the number of which in recent years exceeds the economic threshold of harm by 2–3 times. It has been noted that the rebirth of aphid larvae from eggs wintering on viburnum and barberry shoots occurs in late March – early April. The beginning of the migration of the beet leaf aphid to the secondary herbaceous host plants was noted in the II–III decades of May. For spraying sugar beets against the phytophagous, the insecticide Engio 247 SC, k.s. was the most effective. On the third day after processing, its technical efficiency was maximum and amounted to 94,2%. Drugs such as Karate Zeon 050 CS, micro. with. (92,1%) and Nurel D., 55% of the c.e. (90,8%).

Key words: sugar beets, beet aphid, pest, insecticides.

Вступ. Буряки цукрові (*Beta vulgaris*) є однією з високопродуктивних культурних рослин, з якої одержують цукор та сировину для промислового виробництва. Важливою умовою реалізації потенційної продуктивності сорту

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

чи гібриду є використання високоякісного насіння, а перешкодою щодо збільшення його виробництва та покращення якості є пошкодження насінників цукрових буряків сисними шкідниками.

У західній частині Центрального Лісостепу України (зона достатнього зволоження), де зосереджена переважна більшість насінницьких господарств, найбільшої шкоди насінникам цукрових буряків щорічно наносить листкова бурякова (бобова) попелиця (*Aphis fabae* Scop.). Пошкодження нею призводить до зниження урожайності та якості насіння. В роки інтенсивного розмноження фітофага втрати урожаю насіння можуть сягати 88 %.

В останні роки заселеність рослин цукрових буряків листковою буряковою попелицею у Лісостепу України перевищує в 2–3 рази економічний поріг шкідливості.

Виклад основного матеріалу. Бурякова листкова попелиця – *Aphis fabae* Scop., ряд рівнокрилі – Homoptera, родина попелиці – Aphididae. Трапляється повсюдно, особливо численна в західних районах. Крім буряків пошкоджує бобові, пасльонові, складноцвіті, гарбузові та інші культурні рослини і бур'яни.

Aphis fabae Scopoli, 1763 (листова бурякова попелиця) – поліфаг, але дійсне коло її рослин-господарів ще до кінця не виявлене, оскільки вивчається власне не листкова бурякова попелиця, а так звана група чорних попелиць (група «*Aphis fabae*») або комплекс бобової попелиці [1].

Попелиці групи «*Aphis fabae*» давно привертають до себе увагу вчених. В Україні вони досліджені недостатньо, а у зарубіжній літературі стосовно них написано чимало робіт як прикладного, так і систематичного характеру. Причому в публікаціях висловлюються самі розбіжні думки, з приводу їх таксономічного рангу (виду, підвиду чи раси). Причина розбіжностей полягає в тому, що попелиці групи «*Aphis fabae*» дуже схожі за морфологією, але можуть різко відрізнитися біологічними особливостями (рис. 1)



Рис 1. Заселеність буряковою попелицею та пошкодженість посівів буряка цукрового

В останні роки, за даними прогнозів Головдержахисту, бурякова попелиця щорічно заселяє цукрові буряки та їх насінники по всій території України. Найпоширеніша вона у зонах Лісостепу та Поліссі, особливо у Вінницькій, Івано-Франківській, Київській, Хмельницькій, Сумській, Рівненській та Чернігівській областях, де заселяється до 100 % площ культури [4].

Попелиця висмоктує сік з листя і живе знизу. Уражені листки деформуються, скручуються вертикально, потім в'януть і засихають. Попелиця завдає значної шкоди насінню буряків, крім листя ушкоджує і сходи, що призводить до деформації. Всмоктуюча дія супроводжується виділенням ферментів слини, які, проникаючи в рослинну тканину, викликають плазмоліз клітин і перетворюють крохмаль на цукри. Пошкоджені рослини тривалий час залишаються хворими внаслідок токсичної дії ферментів слини навіть після знищення шкідниками. У пошкоджених рослинах сповільнюється зростання, знижується цукристість (до 0,7%) і маса коренеплоду (до 30%), знижується врожай насіння та якість. Попелиця часто є переносником вірусного захворювання – мозаїки цукрових буряків[2, 3].

Морфологічними ознаками цього шкідника є: безкрила самиця, довжиною 1,8–2,5 мм, овальної форми, чорна з синювато-бурим відтінком. Самиця амфігона – 2,2–2,7 мм, безкрила, темно-зелена або тьмяно-зелена, з блакитною оболонкою; навколо та між пластиковими трубками з червоним пігментом; задні лапи чорні, хвіст конічний. Самці 2–2,5 мм завдовжки, з крилами, чорним черевцем. Яйця 0,5–0,6 мм, овально-видовжені, чорні, блискучі (рис. 2).

Біологічні особливості цього шкідника такі: цей вид є перелітним. Яйця запліднюються протягом зими на пагонах біля основи берсеклету європейського (*Evonomus europaeus*), рідше – бородавки (*E. verrucosa*), жимолості (*Viburnum opulus*) і жасмину (*Philadelphus coronarius*). Міграція може бути повною або частковою (необов'язковою), при якій частина попелиці залишається на основному хазяїні протягом усього сезону, до появи покоління.



Рис 2. Зимуючі яйця попелиць групи «fabae» біля бруньок

Личинки виходять із яєць рано навесні за настання середньодобових температур повітря на рівні +7...+9 °С, триденних максимумів – не менше 12°С, відносній вологості повітря 60–90 %. Здебільшого це збігається з початком розпускання бруньок бруслини, калини і відбувається переважно у першій – другій декаді квітня, а за ранньої весни – у третій декаді березня. Якщо весна затримувалась, вихід личинок із яєць, відповідно, відтягувався на четверту пентаду квітня, і перше покоління складалося лише з одних самиць [3].

Личинки попелиць, вийшовши з яєць, накопичуються на бруньках первинних рослин – господарів, а після розпускання бруньок і з ростом листків зосереджуються на їх нижньому боці. Це покоління складається із безкрилих самок-засновниць. Температурний поріг їх розвитку лежить в межах 8–10 °С, а сума ефективних температур – 105–120 °С.

Кожна самиця відроджує щодня в середньому 5–10, максимально до 13, а за весь період свого життя (10–35 днів) близько 120–150 личинок. У теплі весни личинки закінчують розвиток за 12–14 днів і перетворюються на дорослих безкрилих самиць-засновниць. У холодну погоду цей строк триває вдвічі довше, а влітку скорочується до 8–9 днів. Самців в цей час не спостерігається зовсім [3, 4].

В другому-третьому поколіннях, а в суху погоду іноді навіть у першому, частина личинок попелиці перетворюється на крилатих самиць-розселительок, які перелітають на вторинні рослини-господарі. Міграція може бути повною або частковою (факультативною), при якій попелиці залишаються на первинній рослині-господарі впродовж всього сезону, до появи амфігонного покоління. Загалом, строки міграції залежать від метеорологічних умов і стану рослин-господарів.

Впродовж усього літа на трав'янистих рослинах, які називаються проміжними рослинами-живителями, листкова бурякова попелиця розмножується партеногенетично. В її колоніях зовсім не має самців, а лише крилаті та безкрилі самиці і личинки. Поява цього фітофага на буряках та інших вторинних господарях припадає на період з першої декади травня до кінця першої декади червня [5].

За спостереженнями дослідників, на Уладово-Люлинецькій дослідно-селекційній станції (Вінницька обл.), за період від появи попелиці на насінниках цукрових буряків і до середини липня розвивалося 4–5 поколінь, а розвиток одного покоління тривав в середньому 12–14 днів.

На буряках найбільшої чисельності попелиця досягає у другій половині червня, а інколи – в середині липня. У цей час верхівки стебел висадків ставали зовсім чорними від шкідника, що заселяв нижню сторону листків. Починаючи з першої декади липня, кількість листової бурякової попелиці на буряках, як правило, зменшується.

Наприкінці серпня – на початку вересня з'являються спочатку крилаті статеноски, трохи пізніше – крилаті самці, які ремігрують на первинні рослини-живителі. Інтенсивний переліт відбувається переважно в першій половині вересня. Самиці відроджують безкрилих статеносок, які розвиваються впродовж 2–2,5 тижнів. Статеноски після спаровування із самцями та дозрівання яйцепродукції відкладають яйця, переважно на початку жовтня, приклеюючи їх біля основи бруньок на гілках первинних рослин-господарів. Плодючість самиць невелика – 5–7, а інколи до 12 зимуючих яєць чорного кольору. Період відкладання яєць триває до початку заморозків. Оболонка яєць добре захищає від морозу, завдяки чому загибель їх за зимовий період не перевищує 15–30 %. В умовах м'якої зими можлива перезимівля безкрилих партеногенетичних самиць, а також личинок на вторинних рослинах-господарях [1, 5].

Попелиця завдає значної шкоди насінню буряків, крім листя ушкоджує і сходи, що призводить до деформації.

Всмоктуюча дія супроводжується виділенням ферментів слини, які, проникаючи в рослинну тканину, викликають плазмоліз клітин і перетворюють крохмаль на цукри. Пошкоджені рослини відстають у рості, знижуються цукристість (до 0,7 %) і маса бульби (до 30 %), знижується вихід і якість насіння. На висадках за значної заселеності фітофагом передчасно осипалось до 45–72 % насіння, погіршувалась його якість. Найбільші втрати врожаю насінників були при ранньому їх заселенні – під час цвітіння або ще до нього.

Крім того, бурякова попелиця є одним з найпоширеніших переносників збудників дуже небезпечних вірусних хвороб цукрових буряків – жовтяниці (*Beet yellow virus*) та мозаїки (*Beet mosaic virus*). Мозаїка цукрових буряків може на 30 % знижувати урожай цієї культури [3].

Швидкий розвиток резистентних популяцій попелиці щодо інсектицидів дає негативні результати, оскільки призводить до збільшення норм витрати препаратів, кратності обробок, забруднення довкілля, економічних втрат, а також спричинює небажані зміни в агроценозах. Оскільки популяції попелиць складаються із багатьох клонів, які відрізняються між собою і здатні в процесі природного відбору змінюватись залежно від нових умов, вони можуть за тричотири сезони стати стійкими до інсектицидів. Для подолання резистентності комах необхідним є постійне випробування та впровадження у виробництво інсектицидів, а також застосування сумішей [6].

У 2022–2023 роках в умовах Уладово-Люлинецькій дослідно-селекційній станції (Вінницька обл.), за результатами дослідників визначення технічної ефективності сучасних інсектицидів для захисту цукрових буряків проти бурякової попелиці способом обприскування рослин. Цей захід проводили у період, коли шкідник перебував у стадії личинок, німф і дорослих особин (крилатих і безкрилих).

Обробку висадків інсектицидами проводили у другій декаді червня у фазу розвитку «бутонізація – початок цвітіння», при заселеності шкідником рослин культури на 11,4–87,4 %, та середньому балі заселення 2,0–3,1. Результати вивчення дослідниками технічної ефективності інсектицидів для обприскування наведені в таблиці 1.

Одержані результати дослідів свідчать, що у перші дні після обприскування більшість з досліджуваних препаратів забезпечували високу технічну ефективність проти шкідника. Ефективність еталону Бі-58 Новий, 40 % к.е. на третю добу після застосування становила 92,1 %, а інсектицидів Карате Зеон, 5 % к.с., Нурел Д, 55 % к.е. та Енжіо, 24,7 % к.с. 92,1 %, 90,8 % та 94,2 %, відповідно.

Через 14 днів після обробки насінників, майже у всіх варіантах дослідів чисельність шкідника почала збільшуватись. Максимальну ефективність проти попелиці у цей час показав препарат Енжіо, 24,7 % к.с., що на 72,0 % знижував заселеність рослин, тоді як еталон – на 67,5 %.

Таблиця 1

Технічна ефективність інсектицидів за обприскування цукрових буряків проти листкової бурякової попелиці, УЛДСС [2]

Варіант досліджу	Коефіцієнт заселеності рослин попелицею				Технічна ефективність на ... добу після обприскування, %		
	до обприскування	через ... днів після обприскування			3	7	14
		3	7	14			
1. Контроль (без обприскування)	1,19	1,33	1,26	1,19	0	0	0
2. Еталон – Бі-58 Топ	1,14	0,09	0,18	0,37	92,7	84,4	66,2
3. Карате-Зеон 050 SC, м.с.	1,13	0,10	0,21	0,36	92,1	82,5	68,1
4. Нурел Д, к.е.	1,27	0,13	0,25	0,46	90,8	81,4	63,7
5. Актара 25 WG, в.г.	1,26	0,17	0,31	0,50	87,9	76,8	60,3
6. Енжіо 247 SC, к.с.	1,11	0,06	0,15	0,31	94,2	86,2	71,0

**Примітка: За даними дослідженнями науковців [2].*

Всі інсектициди, що вивчалися, впродовж двох тижнів забезпечували технічну ефективність, вищу за 60 %. Через 14 днів після обприскування у варіантах із хімічним захистом на рослинах відмічено лише невеликі колонії попелиці. Коли заселення насінників шкідником у контролі було у 2–4 рази інтенсивніше.

Таким чином, обприскування насінників цукрових буряків такими препаратами, як Енжіо, 24,7 % к.с., Карате Зеон, 5 % к.с. та Нурел Д, 55 % к.е. зменшує заселеність рослин попелицею, внаслідок чого збільшується урожайність насіння та технологічні його показники.

Також необхідно враховувати те, що обприскування цукрових буряків інсектицидами потрібно проводити з урахуванням економічних порогів шкідливості бурякової попелиці.

Крім того необхідно проводити знищення бур'янів. Обмежуючи посадку калини, жасмину, берсеклету. Якщо у травні шкідниками уражено більше 5 % рослин, у червні – понад 10 %, у липні – понад 15 %, посіви необхідно обробити рекомендованими інсектицидами. Однак, якщо кількість шкідників: хижак становить 20–30 : 1, застосовувати інсектициди недоцільно [6].

Висновки. Технологія вирощування цукрових буряків повинна бути такою, щоб заплановані прийоми виконувалися своєчасно і якісно, виключаючи будь-які спрощення і невиправдані прийоми.

Господарства повинні бути забезпечені технікою для своєчасного виконання всіх технологічних заходів, високоякісним насінням стійких до шкідників і хвороб та абіотичних стресорів сортів, добривами та пестицидами для продуктивної програми.

Список використаної літератури

1. Саблук В.Т., Грищенко О.М., Половинчук О.Ю. Фітосанітарний стан бурякових агроценозів та основні заходи щодо його оптимізації у 2014 році. *Цукрові буряки*. 2014. № 3. С. 15–17.

2. Rudska N. Investigation of the impact of the protection system on the limited of sugar beet pests on the Right Bank Forest Steppe. *Сільськогосподарствоталісівництво*. 2022. Вип. 26 (3). С. 138–159.

3. Давиденко С.М. та ін. Бурякова листкова попелиця (*Aphis fabae* Scop.) та нехімічні заходи регулювання її чисельності. *Захист і карантин рослин*. 2019. Вип. 45. С. 109–112.

4. Буряк цукровий. Прогноз розвитку та розповсюдження шкідників, хвороб і бур'янів у посівах цукрових буряків під час вегетації 2022р. *Головдержзахист*. URL:<http://agroua.net/plant/catalog/cg-7/c-22/info/cag-365/> (дата звернення 15.02.2024).

5. Киричук І.В. Особливості розвитку бурякової листкової попелиці табіоконтроль її чисельності на посівах буряка столового. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2017. Вип. 22. С. 53–59.

6. Федоренко В.П., Трибель С.О, Іващенко О.О. Вирощування та захист цукрових буряків. Київ. 2016. 252 с.

Анна МУСІЙЧУК⁹,
студентка 3 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

БІОЛОГІЯ РОЗВИТКУ, ПОШИРЕННЯ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЖОВТО-БУРОГО МАРМУРОВОГО КЛОПА (*HALYOMORPHA HALYS* STAL.)

Анотація. Шкідники садових рослин, подібно до комах загалом українського флористичного багатства, проявляють велику різноманітність. При цьому вони добре пристосовуються до змін клімату та стають все більш стійкими до засобів контролю. Перший та найважливіший крок у боротьбі зі шкідниками – це їх вчасне розпізнавання. Проте ідентифікація шкідників часом може бути непростю. Виявлення личинок під листям, спостереження за хмарами комашок, захоплення метеликами та вивчення липкого наліту або слідів, – все це важливо, проте слід пам'ятати, що іноді шкідники можуть радикально змінювати свій вигляд за декілька днів. Єдиний ефективний спосіб боротьби з шкідниками – це вивчення їх звичок та особливостей. У серпні 2023 року фахівці Держспродспоживслужби вперше виявили на території України карантинного шкідника, який раніше не виявлявся – жовто-бурого мармурового клопа (*Halymorpha halys* Stal.). В даній статті наведені дані про даного представника комах-шкідників: характеристика, методи боротьби, поширення.

Ключові слова: карантинний шкідник, розвиток, поширеність.

⁹Науковий керівник: Вергелес П.М. кандидат с.-г. наук, доцент кафедри, ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

Annotation. *Pests of garden plants, like insects in general of Ukrainian floristic wealth, show great diversity. At the same time, they adapt well to climate changes and become increasingly resistant to control measures. The first and most important step in the fight against pests is their timely recognition. However, identification of pests can sometimes be difficult. Identifying larvae under leaves, observing clouds of insects, catching butterflies and studying sticky deposits or traces are all important, but remember that sometimes pests can radically change their appearance in a few days. The only effective way to deal with pests is to study their habits and characteristics. In August 2023, specialists of the State Production and Consumer Service discovered for the first time on the territory of Ukraine a previously undetected quarantine pest – the yellow-brown marble bug (*Halyomorpha halys* Stal.). This article provides data on this representative of insect pests: characteristics, methods of control, distribution.*

Key words: *quarantine pest, development, prevalence.*

Вступ. Зростаюча глобальна популяція та збільшення виробництва їжі ставлять під загрозу урожайність та якість сільськогосподарських культур. Шкідники рослин можуть значно знизити врожайність та спричинити великі збитки для сільськогосподарських господарств, особливо не типових видів для нашої території, таких як *Halyomorpha halys* Stal. Тому дослідження їх біології, звичок, механізмів шкоди та способів контролю є невід'ємною частиною забезпечення продуктивності сільськогосподарських культур.

Розвиток стійких до пестицидів шкідників та зміни кліматичних умов призводять до необхідності пошуку нових та ефективних методів контролю. Інтегроване управління шкідниками, яке поєднує в собі різноманітні підходи, від біологічних контрольних засобів до точного застосування пестицидів та використання рослинних сортів з підвищеною стійкістю до шкідників, є важливим напрямком досліджень. Більше того, розвиток нових технологій, таких як використання феромонів для відштовхування шкідників та використання механічних методів контролю, відкриває нові перспективи у боротьбі з ними [1].

Виклад основного матеріалу. Жовто-бурий мармуровий клоп (*Halyomorpha halys* Stal.) – небезпечний карантинний шкідник. Цей шкідник, відомий своєю гарною назвою та неприємним запахом, може становити загрозу для практично всіх плодових, овочевих та ягідних культур, а також для посівів квасолі, сої та кукурудзи, а також для лісових і декоративних рослин.

Початково мармуровий клоп, походження якого з Південно-Східної Азії, з'явився у США, пізніше в Канаді, а в 2007 році був виявлений у Європі (Швейцарії) та Новій Зеландії (Рис. 1).

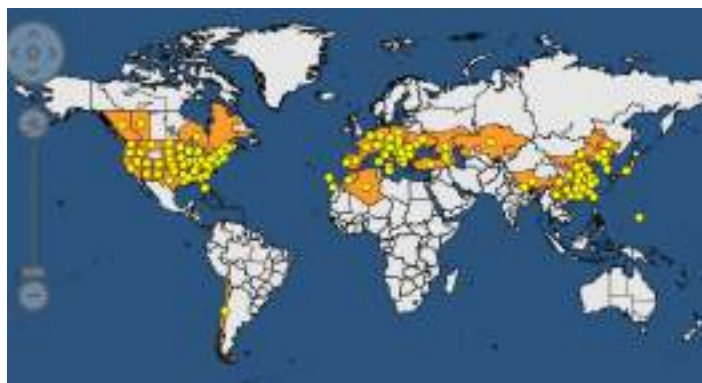


Рис 1. Територія поширення *Halyomorpha halys* Stal.

В Україні клоп також мешкає і в певних регіонах вже запровадили карантинний режим, наприклад: в Запорізькій області, на території м. Запоріжжя, Вознесенівський район, загальна площа 0,77 га, також, в Дніпропетровській області, на території Приватного підприємства «Агрофірма «Славутич», Нікопольський район, площею 55 га. Даний вид занесений до Переліку регульованих шкідливих організмів [2, 3].

Дорослі комахи (жуки) мають розмір від 12 до 17 мм, коричневого кольору, але голова, передній край тіла та крила мають світлі вкраплення, що надає їм мармуровий відтінок. Тіло їх грушоподібне, злегка сплюснене, і його ширина майже дорівнює його довжині. *H. halys* відрізняється від близькоспоріднених видів світлими зонами на антенах і чорно-білими смужками по краю черевця. На голові та передній частині тіла є маленькі округлі виглиблення мідного чи блакитного кольору з металевим відтінком. Перед кожним черевцем є округлість. Ноги – сірі або коричневі, з білими смугами та численними темними вкрапленнями. Шипи розташовані на стегнах і перед кожним оком, а також декілька шипів розташовані на бічній стороні грудей [2] (Рис. 2).



Рис 2. Доросла особина *Halyomorpha halys* Stal.

Для здорової особи клопи не є загрозою, однак, якщо вони потраплять на тіло людини з ослабленою імунною системою, вони можуть вкусити. Це може призвести до набряків, а також, коли вони потрапляють у приміщення, вони виділяють неприємний запах, схожий на запах скунса або суміш паленої гуми з кінзою, що може викликати алергічну реакцію. У природних умовах цей запах

використовується клопами для відлякування їхніх природних ворогів, таких як птахи і комахи.

Мармуровий клоп, відомий своєю гарною назвою та неприємним запахом, є теплолюбною комахою, що процвітає при температурах від +15°C до +33°C. Оптимальна для нього температура повітря становить від +18°C до +25°C, при якій розвивається повне покоління. Самиця клопа відкладає яйця поетапно, від 15 до 40 яєць за раз з інтервалом 5-14 днів, протягом 2-3 місяців. Загальна плодючість самки становить 250–300 яєць, а при сприятливих умовах вегетації може досягати 400 яєць (Рис. 3). Зазвичай *H. halys* може відкладати яйця протягом всього свого життя (зазвичай від травня до кінця серпня). Яйця дозрівають протягом 5-7 днів. Личинкові стадії розвиваються протягом 11–16 днів. Всього одне покоління *H. halys* проходить розвиток протягом 35–40 до 50 днів [6].

У відсутності природних ворогів та в умовах теплого клімату, цей шкідник може мати до трьох або за деякими даними навіть до шести поколінь за сезон. У вересні, коли настануть несприятливі умови, дорослі клопи збираються у великі групи, шукаючи місця зимівлі. Це можуть бути будь-які приміщення, автомобілі, сільськогосподарське обладнання тощо. Після переходу в зимовий стан *H. halys* залишається неактивним до кінця травня. Ця стратегія дозволяє йому вижити в умовах несприятливого середовища та поширюватися на значні відстані. Через два тижні після виходу з місць зимівлі починається процес спарювання.



Рис 3. Личинки, німфи, та яйця *Halyomorpha halys* Stal.

Личинки та дорослі комахи *H. halys* живляться тими ж видами рослин. Дорослі особини віддають перевагу незрілим плодам, тоді як личинки харчуються молодими пагонами, листям, стеблами та фруктами. Дорослі особини та личинки живляться тими ж видами рослин. Дорослі клопи віддають перевагу незрілим плодам, тоді як личинки споживають молоді пагони, листя, стебла і фрукти.

Під час харчування комахи *H. halys* (як дорослі, так і личинки) проникають своїм хоботком шкірку плодів, молоду кору на пагонах або листяну поверхню. Потім вони викидають спеціальні травні ферменти, які розчиняють рослинні тканини, щоб висмоктати розчинені поживні речовини. Цей тип живлення шкідника спричиняє утворення некротичних ділянок на плодах та пошкодження

листя, а отримані ушкодження збільшують чутливість рослин до вторинних інфекцій. У більшості випадків це харчування дорослих особин та личинок призводить до того, що плоди стають непридатними для продажу (Рис. 4).



Рис 4. Наслідки живлення *Halyomorpha halys* Stal.

На овочах цей шкідник викликає утворення білуватих голчастих або губчастих ділянок тканини під шкіркою. На помідорах такі пошкодження проявляються у вигляді біло-жовтих плям з нечіткими межами, які можуть поєднуватися в більші зони. На перці вони з'являються у вигляді світлих круглих областей, що призводить до появи невеликих некротичних ділянок. Шкірка може тріскатися та розриватися в цих місцях, що сприяє розвитку гнилі. На кукурудзі зернівки не формуються, рослини відстають у рості. На сої появляються невеликі коричневі або чорні плями, а стручки та насіння деформуються, що призводить до зниження їх схожості та розвитку [3, 6].

Halyomorpha halys є широким поліфагом, що пошкоджує понад 100 видів рослин, більшість з яких вирощуються в Україні. Серед них плодови, ягідні та декоративні рослини, а також польові культури.

Залежно від сезону, *H. halys* може бути знайдений або на кормових рослинах, або в місцях зимівлі. Терміни виходу клопів з періоду діапаузи значно варіюються в залежності від умов місця зимівлі, таких як температура і освітленість. Тому, початок активності завжди характеризується розтягнутим періодом, що може тривати до місяця або навіть довше.

Вегетаційний період вважається найкращим часом для виявлення цього шкідника. Огляд рослин, зокрема плодових, ягідних, овочевих і зернових культур, потрібно проводити регулярно, кожні десять днів. Жуки, які активно літають, зазвичай можуть бути помічені в природі не раніше середини квітня, а масовий вихід з місць зимівлі спостерігається в першій-другій декаді травня. Особливу увагу слід звертати на посадки рослин родини розоцвітих та на субтропічні культури. Навесні клопи часто знаходяться на лавровишні та шовковиці, уникаючи прямого сонячного світла і переважно обираючи тіньові ділянки крон, нижній стороні листя та зав'язі плодів.

Під час розвитку личинок шкідника під час огляду кормових рослин можна використовувати метод струшування в «ентомологічну парасольку», що може бути звичайною парасолькою або світлою тканиною, розстеленою під рослинами. При низькій кількості шкідника рекомендується використовувати феромонні пастки для доповнення візуального огляду кормових рослин, а в

посівах зернових культур – «косіння» ентомологічним сачком. Наразі відомо 10 різних видів феромонних пасток і 7 видів пасток з приманками (Рис. 5).



Рис 5. Пастка для виявлення шкідника *Halymorpha halys* Stal.

Шкідник *H. halys* може спричиняти пошкодження широкому спектру лісових та декоративних дерев і кущів, а також деяких видів бур'янів, зокрема лопухів та пасльону. Ця комаха, як дорослі особини, віддає перевагу незрілим плодам, тоді як личинки живляться молодими пагонами, листям, стеблами та плодами. Шкідливий вплив *H. halys* на рослини проявляється у вигляді некрозів на плодах та пошкодження листя. Ці ушкодження роблять рослини більш чутливими до вторинних інфекцій, що внаслідок цього може призвести до втрати рентабельності врожаю [2, 3].

У США, під час початкового розповсюдження *H. halys*, втрати врожаю яблук, персиків, бавовни, сої, кукурудзи та інших культур досягали близько \$27 млн у перших роках. Наприкінці 2010 року масштабні втрати врожаю у 33 штатах перевищили \$21 млрд. У штаті Нью-Йорк лише втрати врожаю яблук, винограду, персиків, вишень, бобів, кукурудзи та огірків склали \$878 млн. 2017 року *H. halys* спричинив значні збитки сільському господарству Грузії, знищивши великі площі фундука, кукурудзи та фруктів.

У нашій країні зараз розробляються конкретні механізми контролю за *H. halys*, але наразі існує дуже обмежена кількість заходів. Першочерговим завданням є запобігання проникненню *H. halys* в Україну шляхом ретельного огляду вантажів із підвищеним ризиком. Серед рослин, які може пошкоджувати цей шкідник, особливу увагу слід звернути на види, які широко культивуються в Україні, такі як плодови, ягідні, зернові, овочеві культури тощо.

У країнах, де *H. halys* вже розповсюджений, методи контролю спрямовані на зменшення популяцій шкідника. Один з таких методів – механічний, який передбачає збирання комах у період зимівлі з подальшим їх знищенням. У своїх природних умовах *H. halys* не є критично небезпечним для рослин природних екосистем. У місцях свого походження ця комаха знаходиться під контролем через еволюційні відносини з навколишнім середовищем. Хижаки, такі як птахи та комахи з різних родин, є природними регуляторами чисельності *H. halys*.

У боротьбі з *H. halys* хімічні методи є єдиними ефективними. Для контролю дорослих особин рекомендуються пестициди різних груп, такі як піретроїди, фосфорорганічні та неонікотиноїди. Обробка здійснюється в період зимівлі ввечері, коли активність клопів найнижча. Повторні обробки рекомендується проводити під час масового виходу личинок на початку сезону.

Для запобігання проникненню *H. halys* в Україну рекомендується ретельний огляд та інспекція імпортованих вантажів, особливо з країн, де поширений цей шкідник. Імпортований пакувальний матеріал також має відповідати вимогам фітосанітарних правил. У випадку виявлення *H. halys* вантаж підлягає знезараженню або поверненню. Крім того, рекомендується проводити щорічне обстеження вантажів у прилеглих до пунктів ввезення зонах та пропагувати інформацію про загрозу поширення *H. halys* серед імпортерів рослин-господарів [3–5].

Висновки. З даних наведених в статті, можна зробити висновок, що перспективи захисту рослин від комах-шкідників постійно розвиваються і включають в себе декілька ключових напрямків:

Біологічний захист: Це може включати випуск ентомопатогенних організмів (наприклад, бактерій або грибів), які заражають і вбивають комах-шкідників, а також використання хижих комах або птахів, які полюють на шкідників.

Хімічний захист: Сучасні пестициди стають все більш цілеспрямованими, ефективними та безпечними для навколишнього середовища.

Фізичний захист: Можна використовувати техніку, що базується на механічному впливі, наприклад, пастки або пристрої для відштовхування комах.

Генетичний захист: Розвиток сортів рослин, які мають вбудовану стійкість до комах-шкідників шляхом введення генетичних змін. Це може включати в себе використання технологій генної інженерії або традиційні методи селекції.

Інтегроване управління шкідниками (ІУШ): Поєднання різних методів захисту з метою зниження використання пестицидів, збереження біорізноманіття та забезпечення стійкого захисту рослин.

Загалом, розвиток нових технологій, досліджень і впровадження ефективних методів захисту дозволяє постійно покращувати захист рослин від комах-шкідників, особливо від фактично нового виду для наших територій як *Halymorpha halys* Stal., що є важливим для забезпечення стабільного урожаю та збереження високої якості сільськогосподарської продукції [1].

Список використаної літератури

1. Вергелес П.М. Прогноз розвитку шкідників і хвороб: методичні вказівки для виконання самостійної роботи студентами факультету агрономії та лісівництва денної та заочної форм навчання галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 201 «Агрономія» освітнього ступеню «Бакалавр». Вінн. нац. аграр. ун-т. Вінниця: ВНАУ, 2019. 20-40 с.

2. Головне управління Держпродспоживслужби в Київській області: Жовто-бурий мармуровий клоп (*Halyomorpha halys* Stal.) URL: <https://dpssko.gov.ua/blog/2020/08/27/%D0%B6%D0%BE%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%80%D0%B8%D0%B9-%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%BC%D1%83%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9-%D0%BA%D0%BB%D0%BE%D0%BF-halyomorpha-halys-stal/> (дата звернення 13.03.2024 р.)
3. Комахи шкідники рослин — знайомимося ближче з ворогами саду URL: <https://zelenasadyba.com.ua/sad-i-gorod/komahy-shkidnyky-roslyn.html> (дата звернення 10.03.2024 р.)
4. Рівненська фітосанітарна лабораторія: Жовто-бурий мармуровий клоп (*Halyomorpha halys* Stal.) URL: <http://www.fitolab.rv.ua/articles/zhovto-burii-marmurovii-klop> (дата звернення 11.03.2024 р.)
5. В Україні вперше виявили небезпечного шкідника – мармурового клопа URL: <https://kurkul.com/news/34042-v-ukrayini-vpershe-viyavili-nebezpechnogo-shkidnika--marmurovogo-klopa> (дата звернення 21.02.2024 р.)
6. Глобальна база даних ЄОКЗР URL: <https://gd.eppo.int/taxon/HALYHA/photos> (дата звернення 15.03.2024 р.)

Дарина НАЛУЦИШЕНА¹⁰,
студентка 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ НУТУ (*CICER ARIETINUM* L.)

Анотація. *Різноманіття генетичних ресурсів нуту (*Cicerarietinum* L.) є ключовим аспектом для розуміння та підтримки стійкості та поліпшення сільськогосподарських ознак цього важливого культурного рослинного виду. В даній науковій статті розглядаються особливості та різноманітність генетичних ресурсів виду *Cicer*, їх роль у збільшенні врожайності та забезпеченні стійкості до стресових факторів, таких як зміна клімату, хвороби та шкідники. Розповідається про перспективи використання наявних генетичних ресурсів для подальшого вдосконалення цієї рослини як досить важливої сільськогосподарської культури у аграрній сфері України та світу. Наведені варіанти сортів, які занесені у Державний реєстр сортів України.*

Ключові слова: нут, генетичний ресурс, селекція, генофонд, ознака, вид, сорт, насіння, сільськогосподарська культура.

¹⁰Науковий керівник: Аралова Т. С. кандидат с.-г. н., старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослини ВНАУ.

Annotation. *The diversity of chickpea (Cicer arietinum L.) genetic resources is a key aspect for understanding and maintaining the sustainability and improvement of agricultural traits of this important crop plant species. This scientific article examines the features and diversity of the genetic resources of the Cicer species, their role in increasing yield and ensuring resistance to stressors such as climate change, diseases and pests. It talks about the prospects of using the available genetic resources for the further improvement of this plant as an important agricultural crop in the agrarian sphere of Ukraine and the world. Variants of varieties listed in the State Register of Varieties of Ukraine are given.*

Key words: *chickpea, genetic resource, breeding, gene pool, trait, species, variety, seed, agriculture crop.*

Вступ. На сьогодні нут є однією з найважливіших продовольчих бобових культур у сільському господарстві. За обсягами посівних площ та валовим виробництвом у світі він займає 3 місце серед зернобобових культур після гороху та сої. Цей вид має велике значення для людства. Нут відзначається досить високою урожайністю (3,0–4,2 т/га) серед інших зернобобових культур [1]. Площа посівів по всьому світу на 2020 рік сягає близько 18 млн га. Різноманіття генетичних ресурсів виду є ключовим аспектом для розуміння та підтримки стійкості та поліпшення цього важливого культурного рослинного роду.

Виклад основного матеріалу. Нут звичайний (*Cicer arietinum L.*) належить до невеликого роду *Cicer*, що належить до родини бобових (Fabaceae), підсімейства Papilionaceae, єдиний рід у трибі Cicerceae. У світовій флорі рід нараховує 43 види, 9 з яких – однорічні, 33 – багаторічні та 1 – проміжний [2].

Відомо, що нут звичайний є одною з найдавніших та найтитолованіших культур, людство його використовує вже більше ніж 1000 років. Ще стародавні племена Мая не просто використовували його у їжу, а й вважали нут їжею богів. Давні єгиптяни називали нут «бобами життя», а давні римляни широко використовували нут у кулінарії. Вважається, що культура має лікувальні властивості, тому вона широко використовувалася в медицині.

Рослини виду характеризуються найвищою посухостійкістю серед зернобобових, тому є перспективною культурою для вирощування на територіях з засушливим кліматом. Аралом поширення є північ Африки, Південна Європа, Азія. Територіями основних посівів нуту є Індія, Пакистан, Афганістан. Основними експортерами готової товарної продукції нуту є Португалія та Іспанія [3].

В Україні нут почали вирощувати з XVIII століття, і вирощували його на невеликих площах [4]. Для України він є перспективною культурою, оскільки характеризується високою посухостійкістю. Сьогодні нут широко використовується та має достатню сировинну базу. Основні довоєнні площі його посіву були розміщені на територіях областей: Херсонської, Запорізької, Одеської, Миколаївської, Дніпропетровської, Полтавської, Харківської та Криму.

За своїм хімічним складом нут є універсальною культурою. Якщо порівнювати з іншими зернобобовими культурами, то він характеризується найвищою поживною цінністю. Зерно містить у собі велику кількість білка (30%, за якістю близький до яєчного), біологічна цінність якого становить 78%. Також містить вуглеводи (до 60%), ліпіди (до 8%), клітковину (до 7%), 18 амінокислот (включно з всіма незамінними). Найвніше велике різноманіття:

- мінеральних речовин: калій, фосфор, магній, кальцій, залізо, марганець, натрій, мідь;

- вітамінів: В1, В2, РР, В5, В6, В9, С, А, Е, К.

Також містить бета-каротин, холін та ізофлавіни. Така характеристика повністю обумовлює причину високого попиту у використанні нуту.

Нут звичайний (також відомий як нут баранячий, нут рогоподібний, турецький горох) єдиний повністю окультурений вид роду *Cicer* (рис. 1). Однорічний диплоїдний вид, має в клітинах вісім пар хромосом ($2n=16$). Здатний самозапилюватись [5]. Рослина з прямостоячим стеблом, з залозистими волосками по всій його поверхні. Висота 20–70 см. Листя дрібне, складне, непарноперисте. Боби короткі, зазвичай з 1–3 насіннями всередині. Насіння горбкувате, шорстке, від коричневого до жовтого кольору. Вперше його описав ботанік К. Linnaeus у 1753 році у своїй науковій праці «Species Plantarum» [2].



Рис 1. Нут звичайний *Cicer arietinum* L.[6]

Загалом нут був розділений на два різні типи на основі морфології насіння: тип Дезі з дрібним насінням, що має коричневий колір оболонки, та тип Кабулі з великим насінням та кремовим або бежевим кольором оболонки.

Генетичні ресурси нуту мають велике різноманіття: відомо понад 97400 зразків видів та селекційних сортів *exsitu*, що зберігаються у більше як 30 генетичних банках світу. Ці матеріали є базовими для покращення культивування нуту у всьому світі. Генофонд лабораторії охорони та раціонального використання земель налічує 831 зразок нуту з 44-х країн світу (найбільша кількість зразків з України – 202 шт., Сирії – 108, Індії – 87, Ірану – 38 шт. та ін.) [5, 7].

Ці генетичні ресурси розділяють на три генофонди, тобто первинний, вторинний і третинний, на основі їх таксономічної ідентичності для покращення культивування. Первинний генофонд складається з культивованих видів і місцевих сортів. Вторинний генофонд складається з видів-попередників *C. reticulatum* і *C. echinospermum*, видів, які можна схрещувати з *C. arietinum*,

але зі зниженою фертильністю отриманих гібридів і покращених нащадків. Третинний генофонд складається з усіх однорічних і багаторічних видів *Cicer*, які не схрещуються з культивованими видами. Відомо, що жоден багаторічний вид *Cicer* не може схрещуватися з культивованими видами та давати зріле життєздатне насіння.

Дикі види нуту відіграють важливу роль у збільшенні обсягів генетичної бази нуту та інтрогресії цінних господарських ознак. Та, на жаль, через різкі зміни клімату дикі види нуту стають вразливими та потрапляють під загрозу зникнення [5]. Особливо хочеться виділити такі дикі види: *Cicer echinospermum*, *Cicer reticulatum*, *Cicer bijugum*, *Cicer pinnatifidum* і *Cicer judaicum*, важливою ознакою яких є значна холодостійкість; *Cicer anatolicum*, *Cicer reticulatum*, *Cicer microphyllum*, *Cicer oxydon*, *Cicer montbrettii*, *Cicer pinnatifidum*, *Cicer songaticum* і *Cicer echi-nospermum*, які виділяються високою посухостійкістю.

Cicer reticulatum Ladiz. – найвідоміший дикий вид (рис. 2–3). Вважається, що саме цей вид є прабатьком нинішнього культурного нуту. На відміну від інших, цей вид має досить вузьке поширення. У багатьох випадках *C. reticulatum* не вдавалося знайти в місцях, де він був зібраний раніше, що вказує на те, що це вид, який викликає занепокоєння щодо його збереження. *C. reticulatum*, і *C. echinospermum* володіють багатьма характеристиками, які потенційно можуть бути корисними для розведення, такі як змінна фенологія та морфологія, толерантність до екстремальних температур та стійкість до біотичних та абіотичних стресів. Тому було розпочато нову місію зі збору більшої кількості зразків *C. reticulatum* і *C. echinospermum*, обидва з яких можна успішно схрещувати з домашнім нутом [8].



Рис 2–3. Дикий нут *Cicer reticulatum* Ladiz. [8]

Досить відомою та місткою є колекція видів нуту, яка зберігалася у Національному центрі генетичних ресурсів рослин України в Харкові (рис. 4). Колекція мала значний успіх, була добре описаною, через що інтенсивно використовувалася у селекційних дослідках по всьому світу. Вона нараховувала 1843 зразки, зібраних з 54 країн [9]. Та з початком широкомасштабного вторгнення росії в Україну, генетичний банк було повністю знищено агресорами. Тому частину видового та сортового різноманіття рослин в Україні, в тому числі нуту, вивезено до безпечних місць на захід України, та за

кордон – до Всесвітнього сховища насіння в Шпіцбергені. Іншу частину зразків було втрачено.



*Рис 4. Генетичне різноманіття насіння нуту *Cicer arietinum L.* за кольором, розміром та формою [2]*

Сорти нуту, рекомендовані для вирощування в Україні, мають відповідати всім вимогам виробника, зокрема мати високу продуктивність, високий вміст протеїну, стійкість до хвороботворних мікроорганізмів та шкідників, високу адаптованість до умов вирощування. Виходячи з цього, генетичні ознаки нутудоцільно використовувати для селекції з метою створення сортів, адаптованих до несприятливих умов з високими продуктивними та якісними показниками.

Сорти нуту української селекції відзначаються своєю середньостиглістю, високою зерною продуктивністю та іншими корисними господарськими ознаками. За напрямом використання – віднесені до зернового, окрім сорту Зодіак (харчовий). Головним недоліком наявних сортів нуту є їх слабка стійкість до хвороб. При швидкому розповсюдженні інфекції підвищується ризик сильної втрати урожаю, яка може наблизитись до 100%. Тому одним з головних завдань генетиків та селекціонерів є виведення зразків з високою стійкістю проти хвороб [9].

Найпоширенішими сортами культурного нуту, які занесені у Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні є:

Красень. Виведений ТОВ «Насіння Луганщини» у 2009 році. Середньостиглий сорт, вегетаційний період 85–90 діб. Тип Кабулі, з великими бобами, по одній, рідко – дві насінини. Висота рослини 55–60 см. Стійкий до хвороб та шкідників. Має відмінні смакові якості.

Буджак. Належить Національному центру насіннєзнавства та сортовивчення Української академії наук. Середньостиглий, вегетаційний період 90 діб. Тип Кабулі, крупнонасінний. Висота рослини 55–60 см, стебло, листя та прилистки зелені, квіти білі, поодинокі, великих розмірів. Біб великий, з носиком, дві насінини. Має ранні показники цвітіння та збирання.

Одисей. Виведений у 2014 році Національним центром насіннєзнавства. Середньостиглий, тривалість вегетаційного періоду 90–95 діб. Висота рослини 70 см. Великі поодинокі квіти білого кольору. Боби типу Кабулі, крупні. Стійкий від фузаріозу та аскохітозу. Високоврожайний. Має добрі смакові якості.

Тріумф. Сорт занесений до реєстру сортів рослин України з 2005 року. Вегетаційний період 94–98 діб. Стебло та листя світло-зелені. Поодинокі великі білі квіти. Тип Кабулі. Біб зазвичай містить одну насінину. Має високу посухостійкість та хворобостійкість. Стійкий до вилягання.

Ярина. Перший у світі сорт проміжного типу між Дезі та Кабулі, виведений у 2019 році. Вегетаційний період триває 82–85 діб. Має найвищу стійкість від хвороб серед сортів що існують на сьогодні. Висока посухостійкість, стійкість до вилягання. Стебло та листя темно зеленого кольору. Квіти великі, поодинокі, світло-рожевого кольору. Боби крупні, овальні [10, 11].

Оцінюючи показники нині існуючих сортів, можна зробити висновок, що вченим вдається покращувати генетичні ознаки нуту та збільшувати об'єм генетичних ресурсів виду. Покращення ознак дозволяє й надалі виводити продуктивніші та стійкіші сорти, що забезпечить його поширеність та ще більшу цінність у сільському господарстві.

Висновки. Отже, вид Нут (*Cicer arietinum* L.) являє собою важливий генетичний ресурс для світового сільського господарства. Дослідження показують, що вид ще є недостатньо дослідженим, не дивлячись на досить широку розповсюдженість та велику врожайність. Зараз вивчення генетичних ресурсів нуту є досить важливим завданням для науковців. Тому культура має великий потенціал для виявлення та дослідження цінних ознак і як – виведення технологічно перспективних сортів єдиного культурного виду *Cicerarietinum* L. Роду *Cicer*.

Список використаної літератури

1. Shuleschenko V.A., Pospelova H.D., Kovalenko N.P. Seed infection complex of chickpea. The International Scientific and Practical Conference «Current methods of improved outdated technologies and methods». 2024. P. 26 .
2. Безугла, О.М., Кобизева Л.Н. Класифікація культурного виду нуту *Cicer arietinum* L. Генетичні ресурси рослин. 2012. 75 с.
3. Холод С.М., Холод С.Г., Іллічов Ю.Г. Нут – перспективна зернобобова культура для Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*, 2013. № 2. С. 49-54. <https://doi.org/10.31210/visnyk2013.02.12>
4. Мазур В.А., Панцирева Г.В., Затолочний О.В. Порівняльна характеристика сортів нуту за комплексом господарсько-цінних ознак в умовах Правобережного Лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво*. № 20. 2021. С. 5–15.
5. Кринична Н., Хромяк В. Оцінка колекційних зразків гороху та нуту, досліджуваних в умовах Степу. *Вісник аграрної науки*. 2017. С. 22–26.
6. Опис та характеристика рослини нут звичайний. ІАС «Аграрії разом» 2017–2024. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/plants/nut-zvichayniy> (дата звернення 20.03.2024)
7. Singh. M. Chickpea: Crop Wild Relatives for Enhancing Genetic Gains. Academic Press. 2020. P 41 .

8. Toker C., Berger J., Kahraman A., Aydogan A., Can C., Bukun B., Penmetsa R.V., E.J. von Wettberg, Cook D.R. *Cicer reticulatum* Ladizinsky. progenitor of the cultivated chickpea (*C. arietinum* L.). Legumes Perspectives. 2014. P. 2–3.

9. Січкач В.І. Генетичні ресурси нуту та ефективність їх використання в селекції. *Селекція і насінництво*. №18. 2020. С. 74–101.

10. Перелік сортів Нут звичайний. ІАС«Аграрії разом» 2017–2024: веб-сайт. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/list-culture-varieties?plant=967> (дата звернення 13.02.2024).

11. Каталог сортів та гібридів. Одеса. 2020 URL: <https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u167/katalogsgi.pdf> (дата звернення 13.02.2024).

Світлана РОМАНЕНКО¹¹,
студентка 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

СВІТЛОВА ФАЗА ФОТОСИНТЕЗУ

***Анотація.** Дана робота присвячена вивченню процесу фотосинтезу в межах світлової фази. Ознайомлення та більш детальне вивчення світлової фази фотосинтезу є основною метою статті тому, що цей процес відіграє ключову роль у житті рослин та, загалом, усієї планети.*

Визначення основних принципів фотосинтезу дозволить більш детально зрозуміти процеси, що відбуваються в рослині під час її росту, розвитку та старіння. Інформація про світлову фазу фотосинтезу дозволить враховувати особливості даного процесу та їх вплив на життя людини.

Ця стаття розглядає світлову фазу фотосинтезу, як ключовий етап процесу, що відбувається в хлоропластах рослин. У даній науковій роботі досліджується механізми збору, транспорту та використання світлової енергії для конвертації дводневного діоксиду вуглецю та води в органічні речовини. Стаття розкриває процес абсорбції світла хлорофілом та іншими пігментами, а також молекулярні механізми, які лежать в основі перенесення електронів та створення хімічної енергії у формі АТФ та НАДФН₂.

***Ключові слова:** світлова фаза фотосинтезу, фотосистеми, хлоропласти, фотоліз води, виділення кисню.*

***Annotation.** This work is devoted to the study of photosynthesis within the light phase. Familiarization and more detailed study of the light phase of photosynthesis is the main purpose of the article because this process plays a key role in the life of plants and, in general, the entire planet.*

¹¹Науковий керівник: Амонс С.Е. канд. с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

Defining the basic principles of photosynthesis will allow us to understand in more detail the processes that occur in a plant during its growth, development, and aging. Information about the light phase of photosynthesis will allow us to take into account the peculiarities of this process and their impact on human life.

This article examines the light phase of photosynthesis as a key step in the process that occurs in plant chloroplasts. This scientific work investigates the mechanisms of collection, transport and use of light energy for the conversion of two-day carbon dioxide and water into organic substances. The article reveals the process of light absorption by chlorophyll and other pigments, as well as the molecular mechanisms underlying the transfer of electrons and the creation of chemical energy in the form of ATP and NADPH₂

Key words: *lightphaseofphotosynthesis, photosystems, chloroplasts, waterphotolysis, oxygenrelease.*

Вступ. Процес фотосинтезу, до якого входить також світлова фаза, є головним для утримання біосфери у стандартному, стабільному стані. Можливість вільно отримувати світло, воду та вуглекислий газ – необхідні умови для вдалого проходження світлової фази. Дана фаза фотосинтезу одна з найбільш вагомих етапів життєдіяльності рослин, що проводять процес фотосинтезу. Вона є першою фазою фотосинтезу, що відбувається на мембранах тилакоїдів хлоропластів. Під час світлової фази фотосинтезу рослини абсорбують світлову енергію та перетворюють її на молекули АТФ [1].

Світлова фаза знаходиться в прямій залежності від світла і включає в себе певні фотохімічних реакції. Одна з основних її функцій – це забезпечення енергією темнову фазу. Варто зазначити, що фактори, які обмежують світлову фазу знижують не лише процес вироблення кисню та енергії, але і перешкоджають стабільному росту та розвитку рослини [4].

Виклад основного матеріалу. У ході даної статті варто навести базові поняття фотосинтезу для того, щоб більш детально дослідити тему світлової фази. Фотосинтез – це процес синтезування органічних сполук, що відбувається в хлоропластах, за участі енергії світла та хлорофілу в процесі чого відбувається виділення побічного продукту – кисню. З даного визначення можна зрозуміти, що для повного процесу фотосинтезу рослині необхідно три основних компоненти: вода, сонячне світло, вуглекислий газ. Проте, найбільш важливим продуктом, що виробляється у ході фотосинтезу є глюкоза. Глюкоза – цукор для рослини або іншими словами – вуглевод, необхідний енергетичний ресурс рослини [2]. Під час синтезу глюкози утворюється крохмаль, який міститься майже в усіх частинах рослини: плоди, листя, корінь. Тому, досить важливим є уточнення, що фотосинтез корисний не лише через кисень, який виробляється у процесі, але і через продукти важливі для життєдіяльності рослини [5]. Формула фотосинтезуавдена нижче (рис. 1).



Рис 1. Формула світлової фази фотосинтезу –Dovidka.biz.ua

Процес світлової фази розпочинається з поглинання світла фотосистемами, тобто комплексами білків та пігментів, що розташовані в тілах хлоропластів. Ключовим пігментом, відповідальним за поглиблення світла, виступає хлорофіл, проте задіюються також інші пігменти до прикладукаротини, що грають важливу роль. Хлорофіли вступаючи в процес фотосинтезу та маючи пряме відношення до складу антенних комплексів фотосистем, взаємодіють із світлом. Під час того, як фотон світла потрапляє на антенний комплекс, відбувається його абсорбція пігментами [2]. Фотосистеми існують у двох основних типах: Фотосистема I та Фотосистема II. Кожна з наведених вище фотосистем містить антенний комплекс та реакційний центр, що взаємодіють одне з одним для більш ефективного збору світлової енергії. Під впливом світла фотосистеми поглиблюють фотони та починають перенос електронів (рис. 2).

Поглинені електрони розпочинають роботу електронно транспортного ланцюга, в результаті чого вони проходять через комплекси білків. Завдяки даному процесові відбувається створення протонного градієнту через мембрану тилакоїдів, що утворюється як наслідок виділення протонів в простір тилакоїдів [4]. Утворення градієнту – це найбільш важливий момент у генерації хімічної енергії. Електрони також важливі для хімічної енергії: пересуваючись вони відають свою енергію для утворення АТФ, тобто головного енергетичного ресурсу рослин. Молекули АТФ необхідні рослині для майже усіх процесів, що в ній відбуваються, наприклад: фіксація вуглекислого газу під час фотосинтезу [5].



Рис 2. Процес світлової фази фотосинтезу

Наступним етапом у світловій фазі фотосинтезу є розщеплення води та виділення кисню. Розщеплення води, або, іншими словами, фотоліз води – це важлива реакція у світловій фазі фотосинтезу, яка відбувається в тилакоїдах хлоропластів рослин. Даний процес необхідний для того, щоб утворити

достатню для рослин кількість електронів. В подальшому ці електрони рослина використовує у процесі фотосинтезу. Виділення кисню під час фотолізу води – це основний процес для підтримання життя на планеті. Кисень, що утворився в процесі фотолізу є побічним продуктом для рослинного організму, проте він є найбільш важливим для усіх інших живих організмів, що використовують його для підтримання своєї життєдіяльності. Тому, важливо наголосити, що фотосинтез не лише забезпечує рослини енергією, а також вносить важливий вклад у підтримання газового складу атмосфери нашої планети [2].

Поглинання світла під час світлової фази фотосинтезу запускає ряд фотохімічних реакцій, до яких відносяться:

- Фотоліз води: молекула води розщеплюється на два протони (H^+), кисень (O_2) та вільні електрони (e^-). Ці протони накопичуються в люмені тилакоїдів, створюючи протонний градієнт.
- Перенесення електронів: збуджені електрони з хлорофілу а переходять на акцептори електронів в фотосистемі II. Електрони далі переходять через ланцюг переносників електронів, втрачаючи енергію, яка використовується для синтезу АТФ. Пізніше, електрони повертаються до хлорофілу а в фотосистемі I. Під час цього циклу транспорту протони з люмену тилакоїдів переносяться в строму, щоб генерувати додаткову АТФ.
- Відновлення НАДФН: Енергія, яка звільняється при переході електронів, використовується для відновлення НАДФН з НАДФ⁺.

Одним з найважливіших функцій світлової фази фотосинтезу є проведення циклу Кальвіна, що також відомий як цикл світлово-незалежної фази фотосинтезу. Він є одним процесом у використанні вуглекислого газу для синтезу органічних речовин в рослинах. Названий на честь американського біохіміка Мелвіна Кальвіна, який відкрив даний механізм в 1950-х роках.

Основні етапами циклу Кальвіна вважають:

- Фіксація CO_2 : Цикл починається з фіксації вуглекислого газу (CO_2) з атмосфери. Перший етап включає зв'язування молекули CO_2 з рибулозо-1,5-біфосфатом, що в результаті формується незбалансований шестичленний мінусів молекул гліцеринового фосфату.
- Утворення фосфогліцерату (PGA): Отриманий комплекс, заснований на шести молекулах фосфогліцерату (PGA), проходить через ряд реакцій, каталізованих ферментом рубіско, щоб утворити десять молекул PGA.
- Фаза зменшення: За допомогою енергії, наданої світловими фотонами, молекули PGA перетворюються на гліцериновий фосфат (G3P), кожен з яких містить три вуглецевих атома.
- Формування глюкози: Частина отриманих G3P виходить з циклу Кальвіна, стаючи вихідним матеріалом для синтезу глюкози та інших органічних сполук, які використовуються для енергії та побудови клітинних структур. Решта G3P продовжує у циклі для регенерації RuBP.
- Регенерація RuBP: Залишковий G3P використовується для регенерації RuBP, необхідного для початку нового циклу фіксації CO_2 .

Цикл Кальвіна відбувається в стоматальних мезофільних клітинах хлоропластів. Цей процес відіграє ключову роль у фіксації вуглекислого газу з атмосфери та конвертації його в органічні сполуки, які використовуються рослинами для живлення та зростання.

Процес світлової фази фотосинтезу має важливе значення для багатьох аспектів життєдіяльності усіх живих організмів. Біологічне значення є найбільш важливим для вивчення та загального розуміння тому, що на ньому базується увесь вплив фотосинтезу на планету. Вивчення світлової фази дозволяє науковцям глибше вивчати механізми передачі та використання енергії у фотосинтетичних організмах. Це важливо, щоб розуміти усі енергетичні процеси, які підтримують життя рослин та інших фотосинтетичних організмів. Не менш важливим для розуміння є значення світлової фази у сільськогосподарському секторі. Це допомагає фермерам розробляти ефективні методи вирощування рослин, наприклад, завдяки оптимізації використання сонячної енергії та стимулювання фотосинтетичних процесів. Також, важливо розуміти вплив фотосинтезу на глобальні екологічні проблеми. Фотосинтез впливає на вуглецевий цикл, використовуючи CO₂ для виробництва органічних сполук та виділяючи O₂. Дослідження світлової фази фотосинтезу уможливить розробку стратегії адаптації рослин до змін клімату, включаючи високі температури та екстремальні погодні умови [1].

Висновки. Отже, у ході статті було розглянуто покроково процес світлової фази фотосинтезу, а також його вплив на стан екології та планети загалом. Усі ці аспекти світлової фази фотосинтезу розкривають необхідність наведеного процесу, який лежить в основі життя на планеті. Вивчення його механізмів відкриває нові можливості для створення стійких культур, збільшення врожайності та розвитку енергетичних технологій майбутнього.

Список використаної літератури

1. Скляр В.Г. Екологічна фізіологія рослин, 2023. 271 с.
2. Iglesias B., Martín M., Prieto J. Основи фізіології. Мадрид: Тебар. 2007. 118 с.
3. Писаренко В.М. Агроекологія. Полтава, 2008. 256 с.
4. Хомик Н. І., Цьонь Г. Б., Довбуш Т. А., Антончак Н. А. Основи агрономії: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 320 с.
5. Макрушин М.М., Макрушина Є.М. Фізіологія рослин. «Вінниця: Нова книга, 2018. 416 с.
6. Процес світлової фази фотосинтезу, <https://vseosvita.ua/library/prezentacia-vuglevodi-glukoza-i-saharoza-262587.html> (дата звернення 21.03.2024 р.)
7. Формула світлової фази фотосинтезу, <https://dovidka.biz.ua/fazi-fotosintezu> (дата звернення 21.03.2024 р.)

Аліна СОЛТАНОВСЬКА¹²,
студентка 1 курсу,
факультет технологія виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ПЕРЕРОБКИ КУКУРУДЗИ НА БІОЕТАНОЛ

***Анотація.** Дана стаття розглядає перспективи та виклики виробництва біоетанолу з кукурудзи як альтернативного джерела енергії. Підкреслюються ключові аспекти процесу виробництва, включаючи технологічні аспекти, екологічний вплив, економічні переваги та стратегічну важливість. Досліджуються потенційні переваги використання біоетанолу у зменшенні залежності від нафтових палив, сприянні сталому розвитку та розвитку сільськогосподарського сектору. Автор також обговорює виклики, які виникають у процесі виробництва біоетанолу з кукурудзи, такі як ефективне управління ресурсами, конкуренція з іншими використовуваними біопаливами та екологічні проблеми. Загалом, стаття робить висновок, що виробництво біоетанолу з кукурудзи має великий потенціал для сприяння сталому розвитку та енергетичної безпеки, але вимагає комплексного підходу до вирішення викликів та максимізації переваг.*

***Ключові слова:** кукурудза, біоетанол, енергетика, відновлювані джерела енергії, сільське господарство.*

***Annotation.** This article discusses the prospects and challenges of producing bioethanol from corn as an alternative energy source. Key aspects of the production process are highlighted, including technological aspects, environmental impact, economic benefits and strategic importance. The potential benefits of using bioethanol in reducing dependence on petroleum fuels, promoting sustainable development and developing the agricultural sector are explored. The author also discusses the challenges that arise in the process of producing bioethanol from corn, such as efficient resource management, competition with other biofuels in use, and environmental concerns. Overall, the paper concludes that corn bioethanol production has great potential to contribute to sustainable development and energy security, but requires a comprehensive approach to addressing the challenges and maximising the benefits.*

***Key words:** corn, bioethanol, energy, renewable energy sources, agriculture.*

***Вступ.** Інтенсивне зростання ринку відновлюваних джерел енергії має не лише економіко-енергетичний, а й екологічний аспект, тому отримання енергії з біомаси знаходить динамічний розвиток у багатьох країнах світу [1].*

¹²Науковий керівник: канд. с.-г.н., старший викладач кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ Шевченко Н.В.

Такий стратегічний напрям використання енергії відповідає умовам сталого розвитку планети та стабільного економічного існування суспільства. У зв'язку із постійним дефіцитом моторних палив нафтового походження в енергетично залежних країнах зростає інтерес до використання заміників цих палив – продуктів переробки рослинної сировини. Не залишається осторонь від цього напрямку й Україна, для якої технології виробництва та використання різних видів біопалив (твердого біопалива, біодизелю, біоетанолу, біогазу та інших) набувають важливого економічного значення [2].

Питання важливості виробництва та споживання біологічних видів палива пов'язані з обмеженістю світових запасів викопних енергетичних ресурсів, а також забрудненням навколишнього середовища внаслідок їх використання. Дослідження показали, що основними факторами, які спонукають світову спільноту до виробництва біологічного палива, є ціновий та екологічний. Найважливішою і найціннішою особливістю біопалива є його відновлюваний характер, що створює можливості для аграрного сектора виступати їх виробником та споживачем.

Мета – розглянути виробництво біоетанолу з кукурудзи з точки зорудосягненні енергетичної безпеки, сталого розвитку та економічного зростання на основі використання відновлюваних джерел енергії та сільськогосподарських ресурсів.

Виклад основного матеріалу. Дослідження дають змогу стверджувати, що основними чинниками збільшення виробництва рідких видів біопалива є:

1. Ціновий – в останнє десятиріччя відбулося значне зростання світових цін на нафту і нафтопродукти.

2. Екологічний – рідке біопаливо, навіть у разі використання його як добавки до звичайного бензину і дизельного палива, має очевидні екологічні переваги порівняно з традиційними видами палива. Додавання біоетанолу до бензину забезпечує необхідне октанове число паливної суміші і дає змогу відмовитися від токсичних присадок, таких як тетраетил свинець, ароматичні вуглеводні, метанол.

Отже, потенціал України в плані виробництва біоенергоносіїв досить великий. По-перше, враховуючи зростання цін на нафту та інші енергоносії, і низький рівень життя населення в країні, попит на альтернативне й більш дешеве паливо серед населення буде досить високим. По-друге, враховуючи велику кількість «порожніх» орних земель, які цілком підійшли б для вирощування енергокультур, Україна володіє настільки дефіцитним у всьому іншому світі ресурсом – землею. Таким чином, є всі передумови для створення національного біоенергетичного комплексу.

Привабливі екологічні характеристики рідкого біопалива є основою для державної підтримки його виробництва і використання навіть в умовах низьких цін на нафтопродукти і біологічну сировину. Така підтримка необхідна, поки не буде забезпечено оптимальне співвідношення між витратами на вирощування і переробку вихідної біомаси і енергетичним складом цільової продукції. Важливе значення має і та обставина, що в багатьох випадках не вирішене

питання щодо комерційної реалізації побічних продуктів переробки сільськогосподарської сировини (барди, шроту, гліцерину тощо), яка могла б суттєво підвищити економічність виробництва біопалива [3].

На сьогодні розрізняють біоетанол першого покоління, який виробляється із сільськогосподарських культур з високим вмістом цукру або крохмалю, зокрема, цукрова тростина, цукровий буряк, кукурудза, пшениця, що можуть також використовуватися як харчова сировина, та біоетанол другого покоління, який виробляється з нехарчової целюлозної сировини, наприклад, деревини, трав'янистих енергетичних культур, соломи, кукурудзиння тощо.

До основних переваг біоетанолу належать:

1. Екологічність. Це основна і найважливіша перевага. При використанні біоетанолу відбувається зменшення викидів парникових газів в атмосферу. Так, при використанні бензину Е10 (із вмістом біоетанолу 10%) викиди парникових газів зменшуються на 3,9%.

2. Дешева сировина. Біоетанол — виробляють з відновлюваної сировини, тому є можливість використання різних видів біомаси, зокрема, відходів сільського господарства.

3. Технічні можливості. Двигуни, розраховані виключно на таке джерело енергії, повинні бути аж ніяк не гірше нинішніх бензинових або дизельних – і в плані економічності, і в плані потужних характеристик.

4. Безпека використання. Біопаливо для автомобілів зовсім нетоксичне, не має різкого запаху, не може викликати отруєння. При його використанні істотно знижується небезпека забруднення ґрунту, адже розлите паливо, потрапивши в землю, швидко розкладається під впливом мікроорганізмів [4].

З метою організації виробництва біопалив необхідно підвищити ефективність вирощування сировини, а також її переробки після проведеного техніко-економічного обґрунтування та інвестиційної підтримки державою.

Крім скорочення запасів, експлуатація, розвідка та споживання палива викопного палива справили серйозний вплив на навколишнє середовище, що призвело до підвищення середньої температури, міського смогу, кислотних дощів та ослаблення озонового шару. Це призвело до того, що екологи та підприємства посилили тиск на уряди та міжнародне співтовариство з метою впровадження стратегій, спрямованих на пом'якшення викидів вуглецю та просування до сталого, менш руйнівного, екологічно безпечного відновлюваного палива. Світове споживання викопного палива зросло з 47 566 терават-годин (ТВт-год) у 2008 році до приблизно 58 181 ТВт-год у 2018 році, а у 2019 році 136 761 ТВт-год і ця цифра з кожним роком збільшується. Основні продукти очищення сирої нафти, бензин і дизельне паливо, використовуються в двигунах внутрішнього згоряння (ДВС). Тільки автомобільний транспорт споживає близько 49% загальної світової нафти і призводить до викидів парникових газів [5].

Найявні дані вказують на те, що світове виробництво біопалива зросло лише з 9,2 мільйона тонн нафтового еквівалента (Mtoe) у 2000 році до 63,15 Mtoe, 80,33 Mtoe та 95,38 Mtoe у 2010, 2015 та 2016 роках відповідно.

Сполучені Штати Америки (США), Бразилія та Індонезія були найвідомішими виробниками біопалива, тоді як Китай і США очолили діаграму споживання викопного палива в 2018 році. З точки зору розміру ринку, світова вартість біопалива, за прогнозами, досягне 132,7 мільярда доларів США до 2023 року [6]. Це надзвичайне зростання, яке, як очікується, збережеться в осяжному майбутньому, зумовлене використанням відходів як сировини, критеріями стійкості, енергетичною безпекою та тарифами на імпорт.

З початку 1970-х років, коли вперше було використано слово «біопаливо», автори визначили термін як:

а) паливо, виготовлене зі свіжих живих мікро- або макроорганізмів або за допомогою них [10];

б) паливо, виготовлене прямо або опосередковано з біомаси;

в) рідке паливо отриманий з біомаси, наприклад, біодизель, вироблений з жирів і олій, біогаз, отриманий з відходи тваринного походження тощо;

г) паливо на біологічній основі, отримане природним чином з деревини та деревини тріска або сільськогосподарські відходи або хімічно перетворені з біомаси на деревне вугілля, біодизель, біоетанол та біометан. Використовуючи ці визначення, ми можемо підсумувати це біопаливо утворюється з рослин, відходів тварин, гною, мулу тощо, у твердому, рідкому, або газоподібну форму, і може бути перетворена в інший різновид біопалива.

Основні вигоди та окупність, отримані від використання біопалива як форми поновлювані джерела палива включають:

1. Біопаливо є відновлюваним і є нейтральним щодо вуглецю, викидів CO₂ та парникових газів під час прогресування життєвого циклу.

2. Від використання біопалива утворюється менше викидів парникових газів у порівнянні з викопними паливами.

3. Біопаливо є біорозкладним, стійким та екологічно безпечним.

4. Біопаливо в основному виробляється з місцевих і доступних ресурсів, застосовуючи безпечні методи виробництва.

5. Виробництво та використання біопалива сприяють розвитку домашнього сільського господарства та інвестицій.

6. Біопаливо забезпечує покращення здоров'я та умов життя людей.

7. Біопаливо створює робочі місця та зменшує імпорт енергії.

8. Економічно, біопаливо сприяє стабілізації цін на енергоносії та створює зайнятість на макроекономічному рівні.

9. Використання біопалива в побуті не викликає загрозливих для життя станів, на відміну від викопного палива [7].

Незважаючи на ці переваги, висока початкова вартість виробництва та зберігання біопалива може стати стримуючим фактором для потенційних виробників і споживачів.

Найбільшу увагу заслуговує етиловий спирт або біоетанол. У світі біоетанол є найпоширенішим видом рідкого біопалива, використання якого в

якості моторного палива дозволяє подолати енергетичну залежність і суттєво знижує негативний вплив на навколишнє середовище у порівнянні з традиційними паливами [8]. У теперішній час більша частина біоетанолу виготовляється з кукурудзи (США) і цукрової тростини (Бразилія). Сировиною для виробництва біоетанолу можуть бути різні сільськогосподарські культури з великим вмістом крохмалю або цукру: кукурудза, маніок, картопля, буряки цукрові, батат, ячмінь, цукрове сорго.

Слід відмітити, чим вищий вміст цукру та крохмалю в сировині – тим економічно вигіднішим є виробництво етанолу, передусім низькою собівартістю сировини [9].

Україна має великий потенціал біомаси, доступної для енергетичного використання (27 млн. т.у.п./рік), тому вирощування кукурудзи для виробництва біоетанолу являється перспективним напрямком. На сучасному етапі перед виробниками сільськогосподарської продукції в Україні стоїть завдання значного підвищення продуктивності зернової кукурудзи для потреб народного господарства та паливної промисловості, для виробництва біоетанолу та біогазу. Цієї мети можна досягти знижуючи витрати на виробництво кукурудзи, за рахунок обґрунтування та впровадженню сучасних інтенсивних технологій, використання трансгенних гібридів. Для переробки на біоетанол потрібно мати зерно з якомога вищим вмістом крохмалю. Гібриди, які використовуються як відновлювана біоенергетична сировина, повинні мати генетично обумовлений високий його вміст [10].

Спільним між бензином, кукурудзою і біоетанолом є власне етанол або ж етиловий спирт, який міститься у всіх цих сполуках. Нині більше половини виробленого у світі етанолу використовується як добавка до пального для двигунів внутрішнього згоряння і лише 15 % – для виготовлення алкогольних напоїв.

Технологічний процес виробництва біопалива з кукурудзи умовно можна розділити на два етапи. На першому етапі технологічного процесу зерно кукурудзи очищають від домішок, подрібнюють та помел змішують із водою для приготування замісу. Використовується також фільтрат барди у кількості 30 % від об'єму води, що витрачається на цій стадії. Це скорочує об'єм стоків, знижує витрати води і сприяє інтенсифікації процесів приготування дріжджів та зброджування суслу. Виробництво біоетанолу складається з послідовного виконання процесів підготовки сировини, ферментації з дистиляцією, ректифікації та дегідратації етанолу.

Енергетичний вихід від виробництва 1 т біоетанолу з кукурудзи значною мірою залежить від середньої урожайності цієї культури з 1 га земельної площі. Американські експерти підраховали, що якщо етанол виробляти з кукурудзи, то при його спалюванні виділяється на третину більше енергії, ніж було витрачено на вирощування, збирання та переробку цієї культури. Бензин же повертає лише 80 % енергії, витраченої на його виробництво. Енергетичний баланс переробки кукурудзи на біоетанол при врахуванні супутніх продуктів становить 1,67 [10].

Наявність в Україні значних сировинних ресурсів для виробництва біопалив і найбільшої серед інших держав Європи кількості родючої землі та

наукових розробок, потужностей для виробництва біопалив, а також залежність України від імпорту енергетичних ресурсів – усе це дає підстави стверджувати, що виробництво біопалив з відновлюваної сировини в Україні має бути одним із стратегічних напрямів державної політики [9].

Висновки. Загалом, виробництво біоетанолу з кукурудзи має великий потенціал для сталого розвитку, енергетичної безпеки та зменшення впливу на довкілля, але потребує комплексного підходу до управління та регулювання.

Список використаної літератури

1. Забарний Г. М., Кудря С. О., Кондратюк Г. Г., Четверик Г. О. Термодинамічна ефективність та ресурси рідкого біопалива України. Київ : Ін-т відновлюваної енергетики НАН України. 2006. 226 с.
2. Климчук О. В. Виробництво біологічних видів палива з біомаси сільськогосподарських культур. *Зберігання і переробка зерна*. 2012. № 9 (159). С. 38–40.
3. Гуцаленко Л.В., Фабіяньська В.Ю. Стан та основні чинники розвитку виробництва біологічного палива в Україні та світі. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 19. С. 168–174.
4. Навано ключові переваги використання біоетанолу в якості палива : веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/news/9354-nazvano-klyuchovi-perevagi-vikoristannya-bioetanolu-v-yakosti-paliva>. (дата звернення 21.02.2024)
5. World Oil Final Consumption by Sector : веб-сайт. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/world-oil-final-consumption-by-sector-2018>. (дата звернення 09.03.2024)
6. Fossil Fuel Consumption : веб-сайт. URL: <https://ourworldindata.org/fossil-fuels>. (дата звернення 11.03.2024)
7. Statista. Global Biofuel Production from 2000 to 2018 : веб-сайт. URL: <https://www.statista.com/statistics/274163/globalbiofuel-production-in-oil-equivalent/>. (дата звернення 11.03.2024)
8. Alaswad, A., Dassisti, M., Prescott, T., Olabi, A.G. Technologies and development of third generation biofuel production. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2015, Vol. 51. P. 1446–1460.
9. Калетнік Г. М. Біопаливо. Продовольча, енергетична та екологічна безпека України : монографія. Київ : Хай-Тек Прес. 2010. 516 с.
10. Калетнік Г. М. Виробництво та використання біопалив : підруч. Вінниця: Консоль. 2015. 416 с.

Ярослав СОВІНСЬКИЙ¹³,
студент 2-го курсу,
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РОЛЬ АЗОТУ В ЖИТТІ РОСЛИН

Анотація. У даній статті досліджено вплив азоту на життєві процеси рослин, включаючи фізіологічні, біохімічні та морфологічні аспекти. Основна увага зосереджена на азотному обміні, азотфіксації та абсорбції азоту, а також на наслідках недостатньої або значної кількості цього елемента для здоров'я та розвитку рослин. Азот, який міститься в основних біологічно активних речовинах, відіграє важливу роль у синтезі амінокислот, білків, нуклеїнових кислот і хлорофілу. Рослини більшого містять азот з підстави у складі нітратів та амонію, а також від азотфіксуючих бактерій. Недостатність чи перевищення азоту може негативно вплинути на розвиток рослин, їх здоров'я та врожайність, що підкреслює важливість контролю за рівнем азоту у обґрунтованості та раціональному живленні рослин.

Ключові слова: азот, азотфіксація, рослина, білки, нітрати, ДНК, амінокислоти, азотне голодування.

Annotation. This material examines the influence of nitrogen on the life processes of plants, including physiological, biochemical and morphological aspects. The main focus is on nitrogen metabolism, nitrogen fixation and nitrogen absorption, as well as on the consequences of insufficient or excessive amounts of this element for the health and development of plants. Nitrogen, which is part of key biologically active compounds, is important for the synthesis of amino acids, proteins, nucleic acids and chlorophyll. Plants mostly get nitrogen from the soil in the form of nitrates and ammonium, as well as from nitrogen-fixing bacteria. Insufficiency or excess of nitrogen can negatively affect the development of plants, their health and productivity, which emphasizes the importance of controlling the level of nitrogen in the soil and rational feeding of plants.

Key words: nitrogen, nitrogen fixation, plant, proteins, nitrates, DNA, amino acids, nitrogen starvation.

Вступ. У сільському господарстві, правильне живлення рослин та застосування мінеральних добрив є надзвичайно важливими. Азот також впливає на фіксацію вуглекислого газу, сприяючи фотосинтезу. Рослини здебільшого одержують азот з ґрунту. Без адекватного доступу до азоту рослини можуть страждати від звичайних хвороб, втрати врожаю та викидати більше парникових газів у навколишнє середовище. Азот вважається одним із ключових елементів, необхідних для життєдіяльності рослин. Його роль в

¹³Науковий керівник: Амонс С.Е. кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

розвитку, фізіології та метаболізмі рослин виявляється через участь у різних біологічних процесах.

Аналіз ролі азоту у житті рослини є ключовим для розуміння фундаментальних процесів біології рослин.

А також для розробки більш врожайності та збереженню родючості ґрунту, що в свою чергу позитивно впливає на стабільність сільськогосподарського виробництва та екологічну стійкість.

У цьому контексті, вивчення ролі азоту в житті рослини є важливим кроком у напрямку розуміння складних взаємозв'язків між рослинами, ґрунтом та навколишнім середовищем. Набуті знання можуть мати вирішальне значення для подальшого розвитку стійких та ефективних сільськогосподарських систем, спрямованих на забезпечення продовольчої безпеки та сталого використання ресурсів планети.

Тому у статті буде висвітлено значення азоту як важливого живильного елемента для сільськогосподарських культур та розглянуто, як мінеральні добрива можуть бути ефективними у забезпеченні рослин необхідним азотом для досягнення найкращої врожайності [1].

Виклад основного матеріалу. Азот (N_2) є ключовою складовою рослинних біологічних систем, відіграючи важливу роль у синтезі протеїнів, хлорофілу, ДНК, ензимів та інших життєво важливих компонентів. В основному, азот у рослин постає у вигляді органічних сполук, оскільки прямо з повітря вони не можуть його використовувати. У навколишньому середовищі азот є основним компонентом атмосфери, займаючи 75,6% за вагою або 78,1% за об'ємом. При стандартних умовах азот є незначно легшим за повітря, хімічно малоактивним, має двоатомну молекулярну структуру, безбарвний, без запаху та смаку. У воді він розчиняється слабо; наприклад, його розчинність при 20°C становить 1,54 см³ на 100 г води, що менше, ніж розчинність кисню, яка становить 3,1 см³.

Навіщо рослинам потрібен азот ?

Азот є критичним для життєвої активності рослин, оскільки він є складовою частиною білків і нуклеїнових кислот. Хоча лише деякі види бактерій можуть використовувати азот прямо з повітря, інші організми мають здатність засвоювати його тільки у вигляді сполук. Рослини отримують азот з ґрунту у формі неорганічних сполук, таких як нітрати і амоній. У природі азот існує у вигляді газоподібного N_2 . Зазвичай азот використовується для синтезу аміаку та інших похідних сполук, таких як амонійні солі. Рослини використовують азот у формі нітрат-аніонів (NO_3^-) та катіонів амонію (NH_4^+). Найпоширенішою формою для рослин є нітрат. Амоній має більше значення на початкових етапах росту рослин, але протягом всього вегетативного періоду стає необхідним також нітрат [2].

Азот є важливою складовою амінокислот, основних будівельних блоків білків. Процес біосинтезу білків у рослинах включає ущільнення амінокислот з використанням азоту, який вони поглинають з ґрунту у вигляді нітратів, амонію або інших неорганічних сполук азоту. Багато рослин здатні фіксувати азот з атмосферного повітря за допомогою спеціальних бактерій, які знаходяться в коренях рослин або в ґрунті. Цей процес, відомий як біологічна фіксація азоту,

відіграє ключову роль у забезпеченні рослин азотом, особливо в умовах, коли доступність неорганічного азоту обмежена. Фіксація азоту може відбуватися за допомогою бактерій, що здатні фіксувати азот [3].

Моніторинг вмісту азоту у ґрунті та контрольована азотфіксація є ключем до успішного управління сільськогосподарськими підприємствами. Платформа EOSDACropMonitoring дозволяє дистанційно відстежувати ситуацію на полях 24/7 і приймати необхідні рішення вчасно. На рис.1 зображено азотний цикл [4].



Рис 1. Азотний цикл

Азот використовується рослинами для синтезу інших важливих органічних сполук, таких як нуклеїнові кислоти (ДНК та РНК), гормони, вітаміни, пігменти та інші біохімічні сполуки. Він також входить у склад азотних основ, таких як аденозинтрифосфат (АТФ), який є основним енергетичним носієм у клітині. Азот впливає на різноманітні фізіологічні процеси у рослин, включаючи ріст та розвиток, фотосинтез, дихання, транспорт води та регуляцію осмотичного тиску. Недостатність азоту може призвести до зниження росту рослин, втрати врожаю та зниження якості плодів. У природних екосистемах, цикл азоту включає процеси, такі як фіксація азоту, амоніфікація, нітрифікація, денітрифікація та амоніфікація, які регулюють доступність азоту для рослин та інших організмів. Рослини та мікроорганізми взаємодіють у цих процесах, забезпечуючи стійкі та продуктивні екосистеми.

Групи рослин можна класифікувати в залежності від їхньої потреби в азоті:

1) Азотфіксатори: Це рослини, які можуть захоплювати азот з атмосфери та перетворювати його в сприятливу для росту форму. Такі рослини зазвичай співіснують з бактеріями-азотфіксаторами, що живуть у їх кореневій системі. Приклади цих рослин включають бобові (боби, соя, горох), альфа-альфу та деякі види бактерій.

2) Азотофільні рослини: Це рослини, які потребують великих кількостей доступного азоту для свого оптимального росту та розвитку. Вони зазвичай здатні ефективно використовувати азот, який знаходиться в ґрунті, або в

доданих добривах. Багато сільськогосподарських культур, таких як кукурудза, пшениця, картопля, належать до цієї категорії.

3) Азотоспоживчі рослини: Це рослини, які не вимагають значних обсягів азоту для свого росту, і можуть в процесі росту використовувати менше азоту, ніж інші рослини. Такі рослини можуть пристосовуватися до бідної азотом ґрунту. Деякі з них можуть навіть використовувати біологічний азот з решток рослин та органічного матеріалу в ґрунті. До цієї категорії можуть відноситися деякі види трав'янистих рослин, наприклад, деякі види родини Poaceae (злаки).

Азотне голодування у рослин є важливим видом дефіциту азоту, коли рослини не мають достатньої кількості цього елемента для здорового зростання та розвитку. Симптоми азотного голодування включають пожовкле листя, зупинку росту та зменшену стійкість до стресу. Для вирішення проблеми азотного голодування, а також у потребі у азоті необхідно внести додаткові азотні добрива. Проте важливо забезпечити збалансоване використання добрив, оскільки їх надмір також може мати негативний вплив на рослини і навколишнє середовище. Тому використання азотних добрив повинно відбуватися з урахуванням потреб конкретної культури та характеристик ґрунту.

Для живлення рослин використовуються кілька основних форм азотних добрив, кожна з яких має свої властивості та переваги.

Основні азотні мінеральні добрива включають сечовину (карбамід), аміачну селітру та сульфат амонію. 1) Сечовина (карбамід) містить близько 46–47% азоту і рекомендована доза внесення складає 200 кг/га. Це сприяє швидкому засвоєнню азоту рослинами, оскільки вона швидко розчиняється у воді.

Однак це добриво не рекомендується для регіонів з високою кислотністю ґрунтів. 2) Аміачна селітра, яка містить близько 34% азоту, зазвичай застосовується в більших кількостях, ніж сечовина, приблизно 300 кг/га. Це добриво також легко розчиняється у воді та ефективно засвоюється рослинами. Сульфат амонію містить близько 21% азоту і 24% сірки. Рекомендована доза внесення складає приблизно 400 кг/га. Воно швидко розчиняється, але тривалий час залишається в ґрунті. Додатково, сірка, присутня у сульфаті амонію, відіграє важливу роль у рості багатьох рослин [5].

Фермери дуже зацікавлені у стабільному постачанні азотних добрив, які забезпечать високий врожай. Одним з основних їхніх занять є контроль за випаровуванням, іммобілізацією та доступністю азотних добрив. Ефективність усіх джерел азоту виявляється лише при правильному їх застосуванні. Ринок пропонує різноманітні джерела азотних добрив, які використовуються вже протягом багатьох років.

Крім процесів перетворення різних форм азоту, важливим є їх вплив на рослини та можливість їх використання. Наприклад, сечовина вважається нейтральним добривом, яке не має значного впливу на рівень рН ґрунту або фізіологію рослин. Таким чином, рослина отримує необхідну кількість азоту без великого впливу на її подальший розвиток. У той же час амоній та нітрати можуть впливати на ґрунти та розвиток рослин. Наприклад, сульфат амонію може збільшувати кислотність ґрунту, що полегшує доступність елементів як фосфор, марганець, цинк та залізо, але при цьому може зменшити доступність

молібдену. Використання цього добрива на кислих ґрунтах може погіршити ситуацію. Крім того, амоній може сприяти росту коренів рослин, збільшуючи кількість бокових коренів, що полегшує засвоєння поживних речовин. Його можна застосовувати при глибокому удобренні, що дозволяє уникнути втрати амонію та забезпечити краще засвоєння рослинами азоту.

У 2018 році в Західній Канаді було використано понад 2 мільйони тонн азотних добрив, що перевищує використання всіх інших видів добрив разом узяті. Це величезна кількість, оскільки додавання азоту значно підвищує врожайність культур, порівняно з іншими добривами. WestcoFertilizer провели цікаві серії експериментів наприкінці 1990-х років в центральній частині Альберти. Ці дослідження були тривалими і різнопрофільними, спрямовані на максимізацію виробництва ячменю. На дослідних ділянках застосовувалися різні види добрив: на одній з них вносили лише азот, на іншій – азот разом з фосфатами та іншими елементами, і так далі. Це тривало до тих пір, поки не було досягнуто оптимального співвідношення азоту, фосфору, калію, сірки та мікроелементів широкого спектру, яке відображалось на фінальному графіку досліджень.

Усі внесені добрива застосовувалися на рівнях, які були значно вищими, ніж рекомендовані, але при цьому не досягали токсичних значень.

Результати дослідження показали, що у середньому азот складав 82% від загальної кількості виносу, за ним ішли фосфор – 12%, калій – 3%, сірка – 2%, і, нарешті, суміш мікроелементів – 1%. Беручи до уваги, що це було дослідження впливу добрив на врожайність ячменю в обмеженому географічному регіоні, можна припустити, що ці дані можна використовувати сьогодні для більшості недообслугованих полів у Західній Канаді.

Система внесення азотних добрив відрізняється від інших поживних речовин, оскільки вона включає в себе багато внутрішніх циклів і має ряд механізмів втрати. На відміну від інших поживних речовин, азот має різноманітні шляхи, якими може потрапляти до рослин. Він може бути здобутий з атмосфери, ґрунту або доданий у вигляді азотних добрив. Азот існує у різних формах, кожна з яких має свої особливості, що робить його ключовим та складним елементом.

Багаторічні дослідження, проведені на численних полях у центральній частині Альберти, спрямовувалися на досягнення максимальної продуктивності ячменю. Поживні речовини вносилися на серію ділянок, де одна ділянка отримувала лише азот, наступна – азот разом з фосфором, і так далі, поки остання ділянка не отримувала комплексне добриво, що містить азот, фосфор, калій, сірку та широкий спектр мікроелементів. Здобуті врожаї підтвердили, що азот сприяв збільшенню врожайності на 82% [6].

Висновки. У підсумку, роль азоту в житті рослини є незаперечною і критичною для її життєдіяльності та успішного розвитку. Азот виконує ряд важливих функцій, від синтезу білків та фотосинтезу до структурного розвитку та адаптації до стресових умов. Азот виступає ключовим фактором у фізіологічних, біохімічних та морфологічних процесах рослинного життя. Він є необхідним для синтезу таких важливих компонентів, як амінокислоти, білки, нуклеїнові кислоти та хлорофіл. Рослини здобувають азот з різних джерел,

включаючи ґрунт та атмосферу, а також з взаємодії з азотфіксуючими бактеріями. Однак недостатність або перевищення азоту можуть суттєво вплинути на розвиток та врожайність рослин.

Як ключовий компонент білків, азот забезпечує рослину необхідними будівельними блоками для її клітин та функціонує як ферменти, гормони та інші біологічно активні сполуки. Крім того, він є необхідним для створення хлорофілу, основного пігменту, що використовується для фотосинтезу, та регулює багато інших процесів у рослини, включаючи структурний розвиток та адаптацію до змін у середовищі. А ще, азот сприяє збереженню ґрунтової родючості, оскільки його використання рослинами допомагає у підтримці біологічного циклу елементів у ґрунті. Таким чином, збалансоване використання азоту є ключовим фактором для забезпечення здоров'я рослин, високих врожаїв та сталого землеробства.

Дослідження та вдосконалення методів використання азотних добрив можуть допомогти забезпечити сталу виробничу продуктивність та збереження навколишнього середовища для майбутніх поколінь. Управління вмістом азоту у ґрунті та контрольована азотфіксація є ключовими аспектами сільськогосподарського виробництва. Отже, азот грає важливу роль у житті рослин, забезпечуючи їм необхідні поживні речовини для життєдіяльності та впливаючи на їхній ріст, розвиток та продуктивність. Правильне застосування азотних добрив важливо для забезпечення здорового зростання та врожайності рослин і в цілому для збалансованого функціонування екосистеми[7].

Список використаної літератури

1. Бомба М.Я. та інші. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроекології. Навчальний посібник. Київ: Урожай, 2003. 400 с.
2. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Паламарчук О.Д. Новітні агротехнології у рослинництві. Підручник. Вінниця. 2017. 588 с.
3. Макрушин М.М., Макрушина Є.М., Петерсон Н.В. та ін. Фізіологія рослин. Вінниця: Нова Книга, 2006. 416 с.
4. Макрушин М.М., Є.М Макрушина Є.М., Петерсон Н.В. та ін. Фізіологія сільськогосподарських рослин з основами біохімії. Київ: Урожай, 1995. 352 с.
5. Власенко М.Ю., Вельямінова-Зернова Л.Д. Фізіологія рослин. Навчальний посібник. Біла Церква. 2009. 304 с.
6. Кірпи́чев І.В., Чечене́ва Т.М., Сігіді́ненко Л.І., Кірпи́чова І.В. Практикум з фізіології та основ біотехнології рослин: навч. посіб. для ВНЗ. Луганськ: Елтон2, 2012. 160 с.
7. Марковська О.Є., Федорчук М.І., Мринський І.М., Чернишова Є.О. Інструктивно-методичні матеріали до практичних занять з фізіології рослин. Змістова частина I, II. Херсон: РВВ Колос ХДАУ, 2015. 59 с.
8. Тарнопільська О.М. Фізіологія рослин. Конспект лекцій. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 159 с.

Анастасія СВИСТУН¹⁴,
студентка 2 курсу,
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ РОДУ *TRITICUM*

Анотація. Рід *Triticum* є важливим представником родини *Poaceae* та займає провідне місце в сільському господарстві. В цій статті розглянуті генетичні ресурси роду, їхнє значення та можливості використання для покращення сільського господарства та створення нових сортів культурних рослин. Розглянуті основні види пшениці за морфологічними та господарськими характеристиками, а також поділ за кількістю хромосом, що доповнює наше розуміння різноманітності цього важливого роду. Також описані основні напрямки сучасної селекції озимої пшениці, яка є одним з підвидів роду *Triticum*, включаючи виведення сортів з підвищеною врожайністю, стійкістю та якістю зерна.

Ключові слова: рід *Triticum*, пшениця, генетичні ресурси, сорти пшениці, селекція, біорізноманіття.

Annotation. The genus *Triticum* is an important representative of the *Poaceae* family and occupies a leading place in agriculture. This article examines the genetic resources of the genus, their importance and possibilities of use for improving agriculture and creating new varieties of cultivated plants. The main types of wheat are considered according to morphological and economic characteristics, as well as the division according to the number of chromosomes, which complements our understanding of the diversity of this important genus. The main directions of modern breeding of winter wheat, which is one of the subspecies of the genus *Triticum*, are also described, including the breeding of varieties with increased yield, stability and grain quality.

Key words: genus *Triticum*, wheat, genetic resources, wheat varieties, breeding, biodiversity.

Вступ. Рід *Triticum*, налічує близько 28 видів, з яких 23 є культурними і 5 – дикорослими. Однак лише деякі з цих видів широко використовуються у виробництві. Всі види пшениці можна розділити на дві групи за їх морфологічними та господарськими характеристиками: голозерні та плівчасті. Голозерні пшениці характеризуються неламким колосовим стрижнем, в результаті чого зерно легко відокремлюється від колосових і квіткових лусок під час обмолоту. У плівчастої (полбоподібної) пшениці колосся при дозріванні відламується разом з квітковими лусками, а ядро залишається пов'язаним з квітковими та колосовими лусками під час обмолоту [1].

¹⁴Науковий керівник: Аралова Т.С. кандидат с.-г.н., старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослини ВНАУ.

Рід *Triticum* належить до відділу Angiosperms класу Monocotyledon, родини злакові Poaceae. Рослини цієї родини розповсюджені по всьому світу, переважно в помірних і субтропічних регіонах. В родині Poaceae налічується до 11 тисяч видів трав'янистих рослин [2, 3].

Виклад основного матеріалу. Рід *Triticum* L., належить до родини злакових тонконогових – Poaceae. Пшениця є одним з найпоширеніших представників роду, яка використовується в харчуванні ще з доісторичних часів. Її походження пов'язують зі степовими і напівпустельними районами Азії, зокрема з Ірану, Іраку та Закавказзя. Ця рослина відома на території нашої країни ще з часів кам'яного віку. Приблизно 4–5 тисяч років тому пшениця потрапила в Європу з Азії і стала основною культурою в харчовій сфері [4].

Озимі та ярі форми пшениці є основними підвидами цієї культурної рослини. Ярі пшениці сіються навесні й ростуть протягом літнього вегетаційного періоду, в той час як озимі пшениці висіваються восени і перезимовують у стадії росту. Ці два підвиди відрізняються за своїми вимогами до кліматичних умов та агротехніки, що визначає їхнє використання в різних регіонах та для різних цілей.

У світі та в Україні щороку впроваджуються нові та вдосконалюються класичні методи селекції пшениці озимої. З цією метою проводяться комплексні науково-дослідні роботи, спрямовані на підвищення врожайності, стійкості до стресових умов та високої якості зерна. Селекційні програми включають селекцію та гібридизацію батьківських ліній, польову оцінку сортів та дослідження їх адаптивності до різних умов. Важливою метою селекції озимої пшениці є також підвищення екологічної стійкості та зменшення впливу шкідників на врожай. Це дозволило вивести кілька нових сортів українськими селекціонерами, які поширилися на фермах по всьому світу, серед них:

- Сорт Фаворитка м'яка і стійка до морозів, але не дуже стійка до посухи. Збирання зерна з 1 гектара поля може дати від 96 до 107 центнерів;
- Сорт Антонівка швидко дозріває і дає гарний врожай незалежно від умов, включаючи вологість і температуру. Вегетаційний період триває максимум 285 діб;
- Сорт Шестопалівка стійка до низької вологості, морозу, інфекцій, вилягання і перезрівання. Фермери можуть збирати до 8,5 центнерів зерна з 1 гектара поля.

Впроваджені сорти володіють різними перевагами, що робить їх привабливими для фермерів у різних умовах вирощування та для різних цілей. Разом з тим, нові та вдосконалені методи селекції дозволяють постійно покращувати сорти пшениці озимої, щоб вони відповідали вимогам сучасного ринку та задовольняли потреби сільського господарства [5].

Одиним з найефективніших методів для збільшення виробництва пшениці – це створити та впровадити нові сорти. Останнім часом селекція пшениці осередилася на виведенні нових сортів, що спеціалізуються як пшениці для виробництва спеціалізованої локшини та крохмалю, які мають велику харчову цінність. Також активно розвивається селекція твердих сортів пшениці з підвищеною поживною цінністю. Спеціалізовані сорти пшениці

також використовуються для годівлі птиці та інших тварин, а зерно використовується для виробництва високоякісного питного спирту. Також проводяться дослідження сортів пшениці для виробництва біоетанолу. Цей прогрес у селекції можливий завдяки впливу еволюційного вчення Ч. Дарвіна та розвитку генетики. Експериментальні дослідження таких вчених, як Г. Мендель, В. Югансен, Г. Нільсон-Еле та інших, забезпечили теоретичне обґрунтування методів селекції [6].

Розуміння та диференціація сортів пшениці є важливими для сільськогосподарських процесів та врожайності. Існують ефективні методи тестування, які допомагають у цьому процесі, але необхідне постійне вдосконалення для врахування змін залежно від умов навколишнього середовища та генетичних характеристик. Важливою частиною цього дослідження є розгляд успадкування та мінливості властивостей пшениці, які сприяють подальшому розвитку сільського господарства та продовольства.

Для ідентифікації та опису сортів пшениці використовують морфологічні ознаки, які можна легко визначити візуально. Існують національні методи перевірки сортів, які відповідають стандартам охороноздатності, але вимагають постійного вдосконалення і додаткових досліджень основних характеристик, найбільш точно характеризують сортові властивості та їхню реакцію на абіотичні фактори середовища. Це пояснюється тим, що кожна з цих характеристик контролюється генетично, але реакція на фактори навколишнього середовища може бути різною, а морфологічні ознаки можуть змінюватися залежно від агроекологічних умов, що ускладнює оцінку їх типовості та однорідності в різні роки або в різних умовах навколишнього середовища. Крім того, успадкування та мінливість основних відмінних ознак ще не були повністю досліджені [7].

Слід наголосити на тому, що рід *Triticum* L. поліморфний за видовим складом. Всі види пшениці поділяються за кількістю хромосом усоматичних клітинах на 4 генетичні групи : перша група диплоїдні ($2n=14$) включають однозернянку культурну (*Tr. monococcum* L.) і однозернянку дику (*Tr. aegilopoides* Link.). Тетраплоїдні ($2n=28$) представлені пшеницею твердою (*Tr. durum* Desf.), польською (*Tr. polonicum* L), карталінською або перською (*Tr. cartalicum* Nevski, *Tr. persicum* Vav.), тургідумом або англійською (*Tr. turgidum* L.), Тимоф'євою або Зандурі (*Tr. Timopheevi* Zhuk.), полбою або культурною двозернянкою (*Tr. Dicoccum* Shueb.) та іншими. Гексаплоїдні ($2n=42$) включають пшеницю м'яку (*Tr. aestivum* L.), пшеницю Маху (*Tr. Macha* et. men. DeKy), спельту (*Tr. spelta* L.), карликову (*Tr. compactum* Host.), круглозерну (*Tr. sphaerococcum* Pers.) та інші види. Октаплоїдні ($2n=56$) охоплюють пшеницю грибобійну (*Tr. fungicldum* Zhuk.) [8].

Пшениця однозернянка (*Triticum monococcum*) вважається однією з найбільш ранніх культивованих видів пшениці. Цей вид пшениці має диплоїдний набір хромосом. У той же час, відбувалася окультурення пшениці двозернянки (*Triticum dicoccum*), відомої як полба справжня. Цей процес є наступним етапом генетичного розвитку пшениці, оскільки полба виникла в результаті природної гібридизації двох дикорослих злакових трав: *Triticum*

urartu, який є родичем дикорослої пшениці однозернянки *T. boeoticum*, і представника роду егілопс (*Aegilops*).

Обидва з цих злаків, *Triticum urartu* і *Aegilops*, мали диплоїдний набір хромосом, а це означає, що новий вид пшениці став тетраплоїдом, з клітинами, які містять по чотири набори хромосом. Тверда пшениця (*Triticum durum*) також є тетраплоїдом і була виведена через природну гібридизацію, як і полба. Культурна пшениця однозернянка (*Triticum monococcum*) і пшениця спельта, а також пшениця м'яка (*Triticum aestivum*), стали найбільш широко використовуваними. Ці два типи також виникли в результаті природної гібридизації між полбою справжньою (*Triticum dicoccum*) та дикоростучою пшеницею егілопс (*Aegilops tauschii*). Шляхом схрещування тетраплоїдів було отримано гексаплоїд, в якому клітини містять по шість наборів хромосом (тобто 42 хромосоми), що відмінно від 14 хромосом у первинних видах [9].

Найпоширенішими представникамив Україні є такі види: Полба (*Triticum dicoccum*), також відома як «двозерна пшениця» через наявність двох зерен у кожному колосі, є одним із найпоширеніших видів роду *Triticum*. Полба (*Triticum dicoccum*) – одна з найдавніших зернових культур, що вирощуються в Україні та інших регіонах світу. Її Батьківщиною вважають регіони Середземномор'я та Близького Сходу, де ця культура була вирощувана ще у неоліті. За іншими даними, найдавніші археологічні залишки полби датуються 8–9 тисячоліттями до н.е. Високий вміст білка в зерні та чудові круп'яні та дієтичні властивості роблять полбу дуже цінною культурою. Вона відома своєю стійкістю до різних негативних умов навколишнього середовища, що дозволяє вирощувати її без використання пестицидів. Це відкриває можливість отримання екологічно чистої сировини для виготовлення каші, хліба та інших продуктів, що робить полбу дуже привабливою для органічного землеробства (рис. 1) [10, 11, 12].

Спельта (Triticum spelta L.) – плівчаста пшениця з крихким колосом, яка походить з пізнього неоліту й була вирощена в Німеччині та Швейцарії. Цю культуру використовують як донор цінних господарських ознак у схрещуваннях із м'якою пшеницею. Пшениця спельта містить більше білка, жирів, клітковини, вітамінів і мінералів, ніж традиційна пшениця.



Рис 1. Фото *Triticum dicoccum* [13]

Поживні речовини спельти легше засвоюються організмом завдяки їх високій розчинності та швидкості поглинання. В Україні зареєстрований сорт озимої спельти під назвою Зоря України (рис. 2) [2, 10, 14].



Рис 2. Фото *Triticum spelta* L. [15]

Пшениця тверда (*Triticum durum* Desf.) – один із найпоширеніших видів пшениці. Вона відрізняється густою структурою колоса. Тверда пшениця містить близько 27% сирої клейковини, що на 3% вище, ніж у звичайної пшениці. Цей вид відомий особливою твердістю зерна, високим вмістом білка, насиченим жовтим кольором та приємним запахом. У виробництві часто використовуються ярі форми пшениці. Вирощують тверду пшеницю переважно в посушливих південно степових районах, а також у степовій частині Казахстану, Західного Сибіру і України (рис. 3) [1, 10].



Рис. 3 Фото *Triticum durum* Desf. [16]

Пшениця карликова (*Triticum compactum* Host.) є ще одним видом пшениці, яка вирощується в Україні у помітних кількостях. Вона відзначається своєю голозерністю і вважається найдавнішою серед голозерних видів пшениці. Вона має близький родовий зв'язок з м'якою пшеницею і використовується в певних регіонах для хлібопекарства, тому деякі вчені не розглядають її як окремий вид пшениці. Карликова пшениця має дуже короткий остистий колос, який відзначається стійкістю проти вилягання. Цей вид використовувався в Західній Європі для виведення булавоподібних форм м'якої пшениці. Цей вид можна знайти у посівах у деяких гірських районах Казахстану, Туркменістану, Вірменії, а також в Карпатах, де його ще називають «єжатка» (Рис. 4) [1, 10].



Рис 4. Фото *Triticum compactum* Host. [17]

Кожен з перелічених видів пшениці має свої унікальні характеристики, як з точки зору вирощування, так і у використанні. Попри це розмаїття, всі вони відіграють важливу роль у розвитку аграрного сектору України, відображаючи багатство культурних традицій країни. Кожен вид пшениці має свої унікальні характеристики, які відповідають різним вимогам і потребам ринку, але разом вони формують цілісну картину виробництва зернових культур в Україні.

Висновки. Отже, рід *Triticum* включає багато видів, які відзначаються своєю важливістю для світового виробництва хліба та зерна, а також унікальними генетичними характеристиками. Вивчення генетичних ресурсів цих рослин є ключовим етапом для розуміння їхньої біології, виявлення механізмів адаптації до змін клімату та створення нових сортів з покращеними властивостями.

Список використаної літератури

1. Зернові культури. URL: <https://subjectum.eu/agriculture/crop/3.html> (дата звернення 11.03.2024).
2. Escarnot E., Jacquemin J-M., Agneessens R., M. Paquot Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat, a review. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*. Vol. 16(2). P. 2012. 243–256.
3. Характеристика родини Злакові URL: <https://dovidka.biz.ua/harakteristika-rodini-zlakovi/> (дата звернення 22.02.2024).
4. Куценко О.М., Дмитришак М.Я., Ляшенко В.В. Найпоширеніші сільськогосподарські культури України: Навчальний посібник. Полтава. 2014. 102 с.
5. Зернові культури – основні види, популярні сорти і умови вирощування. URL: <https://olis.com.ua/press-centre/statti/st-zernovyie-kultury/> (дата звернення 12.03.2024).
6. Бугайов В.Д., Васильківський С.П., Власенко В.А. та ін. Спеціальна селекція польових культур: навч. посіб. Біла Церква. 2010. 368 с.
7. Орлюк А. П., Гончар О. М., Усик Л.О. Генетичні маркери Пшениці. Київ. 2006. 144 с.
8. Рід пшениця. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/scientific-classification/rid/pshenicya> (дата звернення 11.03.2024).

9. Пшениця – Історія культури. URL: <https://www.yara.ua/crop-nutrition/wheat/key-facts/historical-development-of-wheat-crop/> (дата звернення 22.02.2024 р.)
10. Г. Гордієнко. Історія культурних рослин. Мюнхен. 1970. С. 11–16.
11. Твердохліб О. В. та ін. Спельта і полба в органічному землеробстві. *Посібник українського хлібороба*. 2013. С. 154–155.
12. Arzani A. Emmer Flour and Breads. Flour and Breads and Their Fortification in Health and Disease Prevention. 2011. P. 69-78.
13. Мислене дерево. URL: <https://www.myslenedrevo.com.ua/uk/Sci/Kyiv/Islands/History/Prahistory/gallery/triticum-dicoccon-biskupin.html> (дата звернення 19.03.2024).
14. Парій Ф.М., Сухомуд О.Г., Любич В.В. Оцінка господарськи цінних властивостей нового сорту пшениці спельти озимої Зоря України. *Насінництво*. 2013. № 5. С. 5–6.
15. Мислене дерево. URL: <https://www.myslenedrevo.com.ua/uk/Sci/Kyiv/Islands/History/Prahistory/gallery/triticum-spelta-biskupin.html> (дата звернення 19.03.2024).
16. Flora of North America URL: <https://luirig.altervista.org/schedenam/fnam.php?taxon=Triticum+durum> (дата звернення 19.03.2024).
17. Wikipedia. Triticum compactum. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Triticum_compactum (дата звернення 19.03.2024).

Володимир ТРАЧУК¹⁵,
студент 3 курсу,
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

КАРТОПЛЯНА МІЛЬ (*PHTHORIMAEA OPERCULELLA* ZELL.)

Анотація. В даній статі висвітлено біологію розвитку та шкодочинність картопляної молі (*Phthorimaea operculella* Zell.), якає небезпечним карантинним шкідником картоплі в усьому світі. Однак вона також пошкоджує інші рослини пасльонових, такі як помідори, тютюн, перець чилі, баклажани та агрус. Відомо, що даний фітофагошкоджує кілька споріднених диких видів рослин-господарів. Однак, це є проблемою для сільськогосподарських виробників по всьому світу. Личинки картопляної молі можуть пошкодити листя, але головна проблема виникає в посушливий сезон, коли ґрунт тріскається, і дорослі особини можуть безпосередньо отримати

¹⁵Науковий керівник: Вергелес П.М. канд, с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин.

доступ до бульб і відкласти на них яйця. Потім личинки картопляної молі занурюються в бульби, роблячи їх непридатними для використання й викликаючи гниття під час зберігання.

Ключові слова: пасльонові культури, картопляна міль, поширеність.

Annotation. This article covers the developmental biology and harmfulness of the potato moth (*Phthorimaea operculella* Zell.), which is a dangerous quarantine pest of potatoes worldwide. However, it also damages other nightshade plants, such as tomatoes, tobacco, chili peppers, eggplants, and gooseberries. This phytophagous is known to damage several related wild species of host plants. However, this is a problem for agricultural producers around the world. Potato moth larvae can damage leaves, but the main problem occurs during the dry season when the soil is cracked and adults can directly access the tubers and lay eggs on them. The larvae of the potato moth then burrow into the tubers, rendering them unusable and causing them to rot during storage.

Key words: nightshade crops, potato moth, prevalence.

Вступ. Картопляна міль (*Phthorimaea operculella* Zell.) є дрібним шкідником ряду лускокрилих (родина Gelechiidae), Як і у всіх лускокрилих шкідників, личинкові стадії завдають шкоди. Вони проникають у листя та стебла, а у випадку картоплі також у бульби, де вони можуть далі виживати та розмножуватися під час зберігання. Це велика проблема, коли бульби використовуються як насіння, тому що к переміщується, щоб знову заразити поле, де не було молі.

Метою статті є вивчення біології та поширення картопляної молі, як карантинного шкідника.

Виклад основного матеріалу. Загально відомо, що картопляна міль відноситься до родини Gelechiidae. Це комах-олігофаг, яка живиться рослинами родини Solanaceae і особливо відома як основний шкідник посівів картоплі. В даний час аграрії використовують інсектициди, паразити та зрошення спринклерами, щоб запобігти зараженню *P. operculella* їхніх посівних угідь.

Слід зауважити, що картопляну міль можна знайти по всьому світу. Так, у Сполучених Штатах картопляна міль була помічена щонайменше в 25 штатах, особливо вздовж узбережжя Атлантичного та Тихого океанів. Також картопляна бульбова міль поширена в Африці, Азії, Європі, Південній Америці та країнах Океанії. Загалом ареал розповсюдження картопляної молі зареєстровано більш, ніж у 90 країнах світу (рис. 1).



Рис 1. Поширення картопляної молі [8]

В Україні картопляну міль вперше виявили в 1980 році в Криму. Пізніше вогнища картопляної молі з'явилися в інших областях України. На сьогодні картопляна міль поширена Донецькій, Запорізькій, Одеській, Харківській та Херсонській областях (табл. 1).

Таблиця 1

Розповсюдження картопляної молі в Україні, станом на 01.01 2024 [6]

Найменування карантинних організмів	Заражено						Площа зараження (га)				К-сть карантинних зон (одиниць)
	Областей	Районів	Міст	Населених пунктів	Присадибних ділянок	Господарств всіх ф. власн.	На присад. ділянках	В госп-вах всіх форм власності	На інших землях	Всього	
Картопляна міль	6	16	6	22	3177	24	461,0717	315,4305	5	781,5025	51

У картопляної молі також є рідкісний процес яйцекладки. Яйцеклад самиці містить «датчики», які вловлюють хімічні сигнали, що видаються рослиною-господарем. Тому дорослій самиці картопляної молі потрібно лише перебувати в безпосередній близькості від рослини-господаря, щоб відкласти там яйця.

Картопляна міль (*Phthorimaea operculella* Zell.) розвивається в чотирьох стадіях розвитку: доросла особина, яйце, личинка і лялечка. Розвиток, виживання та репродуктивні показники значно відрізняються залежно від якості та доступності до тієї посадкової культури, на котрій вона відкладає яйця, які згодом перетворюються у личинки і відповідно настає стадія дозрівання, тобто заключна стадія існування картопляної молі.

Як самці, так і самиці дорослої молі мають розмах крила приблизно 12 мм, забарвлення передніх крил коричнево-сіре з крихітними темними мітками. Бахрома з тонких волосків облямовує біло-кремові задні крила [4].

Яйця картопляної молі є білими і дуже маленькими. Повністю нагодована личинка має довжину близько 12 мм і темну голову. Тіло сірувато-рожеве, якщо личинка знаходиться в бульбі, і темно-зелене, якщо вона харчується листям. Лялечка темно-коричнева і довжиною близько 8 мм.

Лялечки картопляної молі (*P. Operculella*) мають вузьку ширину і зазвичай 1,27 см в довжину. Зазвичай вони білого кольору і розвиваються протягом 10–30 днів залежно від умов навколишнього середовища (рис. 2).



Рис.2 Лялечка картопляної молі [8]

Картопляна міль спокійно залишається серед рослин протягом дня, але зникає із поля зору, якщо її торкнутися. Як відомо, картопляна міль стає активнішою до сутінків. Потім вона літає і відкладає дрібні білі яйця на рослини або бульби. На листках яйця картопляної молі зазвичай відкладаються поодиноці на нижній поверхні; на бульбах вони відкладаються групами навколо вічок або поверхневих рубців. Кожна картопляна міль може відкласти до 100 яєць за 2 тижні. Інкубація вимагає від тижня влітку до кількох тижнів взимку.

Зазвичай личинка ненадовго повзає по листку картоплі, а потім проникає в нього. Виїдена ділянка стає коричневою і крихкою. Коли личинка росте, вона проїдає собі дорогу до черешка листя і далі до стебла, де її годування зазвичай вбиває кінцеву частину. У бульбі личинка спочатку проходить під поверхнею, але пізніше проникає глибше. Личинкова стадія триває приблизно 2 тижні в теплу погоду і значно довше взимку [5].

Зріла личинка залишає рослину або бульбу і ховається серед рослинних відходів на землі, або між бульбами, які контактують, або в складках мішків. Там картопляна міль пряде щільний кокон, часто будуючи частинки ґрунту чи сміття. Всередині кокона темно-коричнева лялечка розвивається в метелика за тиждень або два (рис. 3).



Рис 3. Личинка картопляної молі [8]

Життєвий цикл завершується приблизно через місяць влітку, і протягом року є кілька поколінь. Взимку час, необхідний від яйця до дорослої особини, становить близько 10 тижнів, а дорослі особини живуть приблизно 3 тижні. Міль вільно розмножується в викопаній картоплі, що лежить на землі. На рис.4 зображено імаго картопляної молі.



Рис 4. Імаго картопляної молі [3]

Картопляна міль пошкоджує картоплю, томати та тютюн, а також кілька пасльонових бур'янів, включаючи в цей перелік терен, несправжній агрус та

пасльонові культури. Доцільно врахувати те, що картопляна міль може пристосовуватися до найрізноманітніших кліматичних умов за умови коливань температур від 10 до 35⁰С. Реакція розвитку картопляної молі залежить від температури та є особливо важливою для розуміння екології життєвого циклу цього шкідника. Температура впливає на географічний розподіл, динаміку популяції та управління комахами

Живлення личинок проходить на листі, стеблах і бульбах. Спостерігається відмирання верхівок рослин від личинок, котрі свердлять поверхню й відкладають яйця. Личинки можуть потрапити через кінець чашечки плоду або в місці, де торкаються 2 плоди або листок і плід, закриваючи пошкодження знизу. Пошкодження часто є значними та, як правило, більш серйозними, якщо поблизу вирощуються інші пасльонові культури [1]. Необхідно вказати на те, що у посівах томатів більше 1 личинки на 2 рослини є високим рівнем зараженості.

Потрібно уникати посадки поруч із такими культурами, як картопля, тютюн, і томати, чутливі до картопляної молі.

Відомо, що личинки бульбової молі живляться бульбами, корінням і листям (яке вони мінують) картоплі (*Solanum tuberosum*). Однак личинки можуть знаходити бульби картоплі, лише якщо вони оголені або розташовані в межах 1 см від поверхні ґрунту. Немає жодних доказів того, що ті личинки, котрі щойно вилупилися заривалися б униз і знаходили бульби за допомогою кореневої системи. На листі личинки в основному харчуються мезофілом, залишаючи на листі коричневі або білі плями, відомі як плямисті міни.

Яйцеклад картопляної молі (*P. operculella*) має приблизно 1,5 мм у довжину та 0,3 мм у ширину. З обох боків яйцеклада є приблизно 30–40 звужених волосків довжиною 0,03–0,3 мм. На кінчику яйцеклада є більш дрібні волоски, рівномірно розташовані по всій площі [7].

Самцям картопляної молі не обов'язково перебувати біля рослини-господаря для того, щоб спаруватися та відкласти яйця. Однак необхідно відзначити те, що повна плодючість досягається лише тоді, коли картопляна міль знаходиться поблизу бажаної рослини-господаря. Як відомо, дорослі самиці картопляної молі шукають на поверхні поглиблення (тріщини), які достатньо великі, щоб розмістити яйця, розміром, 0,2–0,5 мм. Волохаті та текстуровані поверхні є кращими, ніж гладкі та воскові. Самиці картопляної молі віддають перевагу сухим місцям для відкладання яєць, і дослідження показали, що загальна кількість відкладених яєць зменшується за наявності вологих поверхонь. Тінь також краща, ніж у місцях, де наявне яскраве світло.

Личинки картопляної молі можуть завдати великої шкоди посівам картоплі, а також тютюну і томатів. Личинки з'їдають листя, а потім продовжують поїдати і бульби, не даючи рослині рости. Іноді личинки поїдають саму картоплю, що робить її непридатною для продажу споживачам (рис. 5).

Інсектициди зазвичай використовуються для запобігання та знищення личинок молі до заселення бульб картоплі, але вони не ефективні коли відбулося зараження бульб.



Рис 5. Пошкоджена картопля личинками картопляної молі [3]

Личинкові паразити, такі як *Apanteles subandinus*, також успішно контролюють личинок, що пошкоджують листя, але, на жаль, не мають значного впливу на зараження бульб. Найкращим рішенням, щоб запобігти виїданню личинками бульб, є зрошення спринклером, оскільки це запобігає відкладенню яйцеклітин дорослими самицями молі.

Важливо врахувати той чинник, що інсектициди, що застосовуються проти колорадського жука і попелиць, є ефективними й проти картопляної молі на початку сезону, але найкраще застосовувати їх ближче до кінця сезону, коли пагони гинуть і бульби дозрівають [2].

Для моніторингу заселення фітофагом сільськогосподарським виробникам потрібно щотижня перевіряти листя та стебла на предмет зараження, починаючи з моменту появи сходів [7].

Під час посадки картоплі важливо враховувати наступні чинники:

- На насінневу картоплю слід використовувати тільки здорові, не пошкоджені картопляною міллю бульби.
- Посадку проводити на глибину не менше 10 см. Однак слід бути обережними й не садити картоплю занадто глибоко, оскільки це може перешкодити проростанню.
- Терміни посадки повинні бути скориговані таким чином, щоб вони не збігалися з тривалою сухою погодою, оскільки це сприяє розмноженню картопляної молі.

Під час росту вирощуваної культури необхідно дотримуватися наступних важливих вказівок [4]:

- Необхідно підгортати ґрунт для того, щоб закрити ґрунтові тріщини та оголені бульби (особливо після сильного дощу та на крутих схилах), щоб запобігти потраплянню картопляної молі на бульби. Це особливо важливо наприкінці сезону, коли бульби великі, але до того, як вони стануть оголеними. Й не повинно бути високих бур'янів, які будуть заважати підгортанню.

Під час збирання врожаю необхідно дотримуватися наступних вимог:

- Не можна залишати бульби картоплі в поліна ніч, оскільки самиці картопляної молі найбільш активно відкладають яйця вночі. Саме тому

сілськогосподарським виробникам варто зібрати урожай і доставити його на зберігання в той самий день.

- Для відповідного зберігання під час збору врожаю сілськогосподарським виробникам важливо відбирати здорові бульби, без ознак пошкодження картопляною міллю.

- Якщо картопляна міль присутня, то необхідно видалити рослинні залишки з картопляного поля та спалити їх [5].

В Україні прийняті необхідні заходи, щоб запобігти розповсюдженню картопляної молі. На територію України забороняється ввозити приватним особам бульби картоплі. Забороняється також ввозити плоди томатів, баклажанів та інших пасльонових культур із зон зараження країн розповсюдження картопляної молі. У випадку виявлення шкідника проводиться знезараження вантажів. В період вегетації регулярно проводяться обстеження пасльонових культур на виявлення шкідника. Також рекомендується знищувати бур'яни родини пасльонових, як резерваторів шкідника. Рекомендується застосовувати у період вегетації інсектициди дозволені «Переліком пестицидів», а у сховищах бульби обробляють біопрепаратами: бітоксубацилін, лепідоцид, дендробацилін.

Висновки. Картопляна міль (*Phthorimaea operculella* Zell.) є проблемою для сілськогосподарських виробників по всьому світу. Личинки картопляної молі можуть пошкодити листя, але головна проблема виникає в посушливий сезон, коли ґрунт тріскається, і дорослі особини можуть безпосередньо отримати доступ до бульб і відкласти на них яйця. Потім личинки картопляної молі занурюються в бульби, роблячи їх непридатними для використання викликаючи гниття під час зберігання.

Список використаної літератури

1. Муравйов В. О., Мельник О. В., Духіна Н. Г., Семибратська Т. В., Урюпіна Л. М. Вирощування картоплі в умовах Східного Лісостепу України: рекомендації. Вінниця: Твори, 2020. 48 с.

2. Державна інспекція з карантину рослин. URL: http://www.karantin.te.ua/userfiles/file/kartoplyana_mil_1.pdf (дата звернення: 20.03.2024).

3. Картопляна міль з'їсть весь урожай. URL: <https://consumerhm.gov.ua/1605-kartoplyana-mil-z-jist-ves-urozhaj> (дата звернення: 21.03.2024)

4. Картоплярство: Методика дослідної справи. за ред. А. А. Бондарчука, В. А. Колтунова. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2019. 652 с.

5. Шевчик Л. О. Нариси фауни Західного Поділля: монографія. Тернопіль : Осадца Ю. В., 2022. 164 с.

6. Огляд поширення карантинних організмів в Україні. URL: <https://dpss.gov.ua/fitosanitariya-kontrol-u-sferi-nasinnictva-ta-rozsadnictva/fitosanitarnij-kontrol/oglyad-poshirennya-karantinnih-organizmiv-v-ukrayini> (дата звернення: 20.03.2024).

7. Положенець В. М., Марков І. Л., Мельник П. О., Немерицька Л.В. Захист картоплі від хвороб і шкідників в агроценозі малопродуктивних земель Полісся. К.: «Світ», 2019. 200 с.

8. Глобальна база даних ЄОКЗР URL: <https://gd.eppo.int/taxon/PHTOOP/photos> (дата звернення: 25.03.2024).

Інна ЗАЯЦЬ¹⁶,
студентка 3 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

АКТУАЛЬНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ З КУКУРУДЗИ

Анотація. Досліджено потенціал використання кукурудзи як джерела біопалива. У статті аналізується процес виробництва біопалива з кукурудзяних культур, включаючи вирощування, збір та переробку. Описано різні технології переробки кукурудзи на біопаливо, такі як біоетанол та біогаз. Також розглянуто переваги та недоліки використання кукурудзи для виробництва біопалива з економічної, екологічної та соціальної перспективи. Висвітлено можливості подальшого вдосконалення технологій та розвитку цього напрямку в сучасному світі.

Ключові слова: біоетанол, кукурудза, біопаливо, виробництво, переробка, енергетика, сировина, спирт, екологія, відновлювана енергія.

Annotation. The potential of using corn as a source of biofuels has been investigated. The article analyzes the process of production of biofuels from corn crops, including cultivation, collection and processing. Various technologies for processing corn into biofuels, such as bioethanol and biogas, are described. The advantages and disadvantages of using corn for biofuel production from an economic, environmental and social perspective are also considered. The possibilities of further improvement of technology and development in this direction in the modern world are highlighted.

Key words: bioethanol, corn, biofuels, production, processing, energy, raw materials, alcohol, ecology, renewable energy.

Вступ. Екологічні проблеми, що збільшуються, і виснаження запасів викопних видів палива є основними факторами, що викликають потребу в пошуку джерел відновлюваних видів палива. Обсяг ресурсної бази біологічної сировини Землі в багато разів перевищує запаси викопного палива. За деякими оцінками, загальна кількість рослинної та тваринної біомаси оцінюється у 800

¹⁶Науковий керівник: Шевченко Н.В., канд. с.-г.наук, старший викладач кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ.

млрд. тонн за щорічного приросту 200 млрд. тонн. Обсяг розвіданих родовищ нафти оцінюється у 200 млрд. тонн, кам'яного вугілля 500 млрд. тонн, газу – 100 млрд. тонн.

Зростання цін на викопні палива також сприяло розвитку програм забезпечення енергетичної безпеки з урахуванням усіх типів енергоресурсів, у тому числі рослинного походження. Для виробництва біопалив може бути використана практично будь-яка сировина біологічного походження – від диких та домашніх тварин та рослин, а також продуктів їх життєдіяльності до харчових відходів та міських стічних вод. Біомаса – це відновлюване джерело сировини, яке після необхідної обробки може використовуватися як моторне паливо спільно або замість палива на основі нафти [1, 2]. У планах Європейського Союзу до 2020 року залучатиме 10% відновлюваних джерел енергії у виробництво палив [3].

Доступність чистої, безпечної та доступної енергії має сильну кореляцію з якістю життя кожної людини. Зі збільшенням населення та урбанізацією в 21 столітті, універсальна енергетична доступність стала однією з найбільших проблем, у досягненні цілей сталого розвитку.

За останні кілька десятиліть світовий ринок біоетанолу активно розвивається та досягає масштабних обсягів виробництва. За даними Міжнародного енергетичного агентства, у 2022 році було виготовлено понад 114 млрд літрів цього виду палива. Лідерами у цій галузі є США, які забезпечують 50% світового виробництва, переважно з використанням кукурудзи. Понад 90% біоетанолу, що виробляється у всьому світі, є біопаливом першого покоління, і прогнозується, що така структура залишиться не змінною, принаймні до 2030 року. Звичайно, варто зазначити, що навіть така альтернатива не може бути повністю безпечною для довкілля, особливо у зв'язку з енергією, яка витрачається на вирощування, переробку та транспортування сільськогосподарських культур.

Серед широко використовуваного біопалива біоетанол займає важливе місце і є практично єдиною ефективною альтернативою нафті в глобальному масштабі. Збільшення виробництва призведе до стабілізації енергетичного ринку в країнах, які залежать від імпорту нафтопродуктів.

Завдяки правильному підходу, використання біопалива може стати практично необмеженим джерелом енергії. Переход до використання відновлюваних палив має важливу значимість через кілька факторів: зміни клімату, зростання попиту на енергію та обмеженість ресурсів, які вичерпуються [4].

Мета. Перспективи розвитку біоетанольної промисловості. Кукурудза використовується як основна сировина для виробництва біоетанолу, що дозволяє замінити традиційні нафтопродукти та зменшити екологічне навантаження. Збільшення виробництва біоетанолу з кукурудзи сприяє зменшенню залежності від імпорту нафтопродуктів та забезпечує енергетичну безпеку країни. Біопаливо з кукурудзи має менший вуглецевий слід порівняно з традиційними паливами, що сприяє зменшенню викидів парникових газів та боротьбі зі зміною клімату.

Виклад основного матеріалу. Біоетанол з кукурудзи – це вид біопалива, який виробляється шляхом ферментації цукрових компонентів кукурудзяних зерен. Цей процес дозволяє отримати етанол, який потім може бути використаний як альтернативне паливо для автомобілів, підігріву, та інших цілей. Виробництво біоетанолу з кукурудзи має великий потенціал для зменшення залежності від нафтових палив і зниження викидів парникових газів.

Світовий досвід пошуку джерел енергії для споживачів підтверджує економічну доцільність використання біоетанолу як заміни бензину. Біопаливо наразі вважається екологічно чистим альтернативним паливом на відміну від нафти та інших мінеральних палив, оскільки воно пропонує багато переваг з екологічної точки зору. Економічна законність використання біоетанолу визначається економічними програмами глобального розвитку біоетанолу, прийнятими багатьма країнами [5].

Сполучені Штати є конкретним прикладом національної політики збалансування споживання біоетанолу в останні роки. Енергетична мета президента США – скоротити споживання нафти на 4 мільйони барелів протягом 10 років. на день, а це кількість, яка зараз імпортується з Близького Сходу та Венесуели. На нафту припадає приблизно 40% паливно-енергетичного балансу США. Приблизно 38,6% від загального споживання нафти становить власне виробництво. Сполучені Штати виробляють понад 40 мільярдів літрів (31,85 мільйонів тонн) біоетанолу, що робить їх найбільшим у світі виробником біоетанолу.

Бразильська промисловість етанолу дуже відрізняється від промисловості Сполучених Штатів і Європи, і не лише через різну сировину, що використовується. У Бразилії виробляють і продають два типи етанолу - дегідратований етанол і гідратований (недегідратований) етанол.

Зневоднений етанол містить близько 0,5% води за об'ємом і змішується з бензином для використання в якості палива. Вміст води в гідратованому етанолі становить 5%. У 1984 році понад 94% автомобілів могли спалювати лише безводний етанол. У 2003 році на бразильському ринку були представлені автомобілі FFV, здатні працювати на E100, бензині та будь-якій суміші цих двох типів. Протягом останнього маркетингового сезону 66% етанолу, виробленого в Бразилії, не були зневоднені через попит з боку автомобільного ринку країни.

Світові нафтові компанії зацікавлені у використанні біоетанолу, тому необхідна державна підтримка його використання. До речі, виробництво біопалива стане рентабельним лише тоді, коли ціна на нафту досягне \$70 за барель (\$80 за барель у країнах ЄС). До речі, дані бразильських аналітиків збігаються з розрахунками автора – паливний етанол стає вигідним, коли ціна на нафту перевищує 30 доларів за барель (що відповідає лише ціновій політиці Бразилії).

Вирощування енергетичних культур, особливо кукурудзи, з агрономічної точки, це практично те ж саме, що і вирощування продовольчих культур. Єдина відмінність полягає в тому, що гібриди та сорти, що використовуються для енергетичних цілей, є генетично модифікованими сортами зі спеціальними

властивостями. Нині кукурудза все частіше використовується як відновлювана сировина для виробництва різних видів біопалива, що робить її досить важливою, енергоємною та конкурентоспроможною зерновою культурою. Зважаючи на перспективи розвитку сировинної бази для виробництва біопалива з кукурудзи, передумови для розвитку біоенергетики в нашій країні також створені.

Найкращим джерелом відновлюваного палива є пожнивні рештки, особливо стебла кукурудзи. Для виробництва біопалива рекомендується зрізати стебла кукурудзи на висоті 40 см. Менші обсяги скошування збільшують вологість і зменшують покриття ґрунту рештками, що важливо з точки зору агротехніки та збільшує витрати на транспортування.

Кукурудза виділяється серед інших культур за використанням біоенергії завдяки своїм економічним перевагам, потенціалу врожайності та різноманітним застосуванням. Ця культура є енергоємною та конкурентоспроможною сировиною для виробництва різних видів біопалива.

Виробництво біоетанолу Приблизно 40% врожаю кукурудзи в США, або 130 мільйонів тонн на рік, переробляється на кукурудзяний етанол. З однієї тонни кукурудзи виробляється приблизно 400-500 літрів біоетанолу [6].

Використовуються два основні процеси.

- Сухе подрібнення – ціле зерно перемелюють у борошно та додають у воду для отримання термічно обробленого «розчину», який потім дистилують. З отриманого дистилату зброджують етанол.

- Мокрий подріднення – передбачає вологий помел, під час якого частинки набухають або «розмочуються». Потім цю суспензію обробляють для відділення кукурудзяних зародків, клітковини, глютену та компонентів крохмалю. Потім крохмаль ферментується в спирт.

Виробництво біоетанолу добре контролюється, оскільки проміжним продуктом є спирт. Тому неможливо стрімко розвивати галузь, яка суперечить інтересам енергетичної безпеки держави та інтересам жителів держави, які мають право на доступне, якісне паливо та чисте довкілля [7].

Одним з важливих показників є вартість палива. У серпні 2010 року структура цін на літр звичайного бензину в США (0,72 долара за літр) була такою: нафта – 68%, переробка – 6%, маркетинг – 12%, податки – 15%.

Для порівняння, структура ціноутворення на літр бензину Super 95 у Німеччині становить 1,85 дол. Витрати на пальне – 27%, податок на нафтопродукти – 46,5%, ПДВ – 18%, страхові внески – 8,5%.

Вартість одного літра біоетанолу в Сполучених Штатах становить 0,50 долара США, а відпускна ціна – 0,59 долара США. Враховуючи ефективність технології переробки кукурудзи та державну підтримку галузі у вигляді податкових пільг, вартість літра пального становить 0,32 дол.

Аналіз світових показників вартості етанолу дає повну інформацію про цінову політику. У Бразилії ця галузь отримала державну підтримку та величезні фінансові ресурси, і має всі можливості досягти статусу світового лідера.

Основні переваги біоетанолу :

- Екологічно чистий: Це найважливіша перевага. Використання біоетанолу зменшує викиди парникових газів в атмосферу. Використання

бензину E10 (із вміст біоетанолу 10%) зменшує викиди парникових газів на 3,9%.

- Сировина дешева: Оскільки біоетанол виготовляється з відновлюваної сировини, можна використовувати різні види біомаси, особливо сільськогосподарські відходи.

- Технічні можливості: Двигуни, розроблені спеціально для таких джерел енергії, не поступаються нинішнім бензиновим і дизельним двигунам як за економічністю, так і за потужністю.

- Безпека використання. Біопаливо для автомобілів абсолютно нетоксичне, не має різкого запаху і не викликає отруєнь. При використанні розлите паливо швидко розкладається під впливом мікроорганізмів під землею, що значно знижує ризик забруднення ґрунту [8].

Висновки. Сільське господарство може бути галуззю економіки, яка забезпечує не тільки продовольчу, а й значною мірою енергетичну безпеку всієї країни. Біоетанол можна виробляти з різноманітної сировини. Проте найкращою сировиною є кукурудза. Для збільшення виробництва біопалива необхідно враховувати позитивний і негативний досвід країн, які протягом багатьох років використовують біопаливо як альтернативне джерело енергії. Це дозволяє швидко адаптуватися до рівня сучасного світу. З одного боку, біопаливо є дуже вигідним, оскільки воно дешевше традиційного палива та зменшує викиди в навколишнє середовище, але з іншого боку, воно потребує виділення великої кількості земельних площ. Крім того, не всі автомобілі можуть використовувати цей вид палива.

Список використаної літератури

1. Designed to work: technical analysis, and recommendations for maximizing ductiontargets for the gasolineand dieselfuel pools withinthec leanfuel standard: веб-сайт. URL: <http://ricanada.org/wp-content/uploads/2018/12/RIC-Designed-to-Work.pdf>. (дата звернення 15.03.2024)

2. Overview for Renewable Fuel Standard : веб-сайт. URL: <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program/overview-renewable-fuel-standard>. (дата звернення 12.03.2024)

3. Directive 2009/28/EC ofthe European Parliamentan do the Councilof 23 April 2009 on the promotion of the use o fenergy from renewables our cesan damend in gandsub sequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC (Textwith EEA relevance) : веб-сайт. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2009/28/oj>. (дата звернення 15.03.2024)

4. Гур'єв В. Добір гібридів кукурудзи для використання зерна на біопаливо. *Пропозиція*. 2018. №5. С. 46-51.

5. Климчук О. В. Специфіка формування та механізми регулювання ринку біопалив. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2015. № 2. С. 13–21.

6. Мазур В.А., Шевченко Н.В., Яковець Л.А. Агро-біологічні особливості вирощування гібридів кукурудзи для виробництва біоетанолу в умовах Лісостепу правобережного: монографія. Вінниця: ТОВ «Друк», 2023. 288 с.

7. Євтєєва Л.І. Опції щодо скорочення викидів парникових газів у атмосферу в наслідок виробництва та використання біопалива/біорідин. *Збірник X-міжнародної науково-технічної конференції «Енергетика. Екологія людини»*, 26–27 квітня. Київ, НТУ ім.Сікорського «КПІ», 2018.

8. Козачок Ю.І. Бізнес-планування вирощування насінневої кукурудзи на біоетанол. *Збірник наукових праць ВНАУ*. Вінниця, 2010. Вип. 42. Т. 1. С. 34-38.

Дмитро БЛАХ¹⁷,
студент 4 курсу,
ННІ агротехнологій та природокористування,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ФОРМУВАННЯ РИНКУ СОЇ ТА ПРОДУКЦІЇ ЇЇ ПЕРЕРОБКИ В УКРАЇНІ

***Анотація.** Формування здорового способу життя населення, в тому числі шляхом забезпечення продуктами повноцінного харчування, є важливим завданням, яке підтримується на державному рівні. На розвиток інноваційних харчових технологій з використанням регіональної сировини може позитивно вплинути продовольча безпека України. В останні роки підвищення обізнаності про користь для здоров'я, пов'язану зі споживанням продуктів на основі сої, знання про алергію, пов'язану з молоком, і рух до більш сталого виробництва продуктів харчування призвели до збільшення кількості доступних продуктів на основі сої. Соя є найважливішою у світі олійною культурою, яка найбільше продається. Її цінують у обробленому вигляді як джерело високоякісного високобілкового корму для тварин у птахівництві та свинарстві, а також як джерело харчової олії. Існує також зростаючий ринок споживання людиною обробленої сої в таких формах, як кукурудзяно-соєва суміш, яка є недорогим джерелом білка. В цій статті йдеться про формування ринку сої та продукції її переробки в Україні.*

***Ключові слова:** соя, продуктивність, переробка, урожайність.*

***Annotation.** Formation of a healthy lifestyle of the population, including by providing nutritious food products, is an important task that is supported at the state level. The development of innovative food technologies using regional raw materials can be positively influenced by the food security of Ukraine. In recent years, increased awareness of the health benefits associated with consuming soy-based products, knowledge of milk-related allergies, and the movement toward more sustainable food production have led to an increase in the number of soy-based products available. Soybeans are the most important oilseed culture in the world. It is*

¹⁷Науковий керівник: Панцирева Г.В., доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства ВНАУ.

valued in processed form as a source of high quality high – feed for animals in poultry and pig breeding, as well as as a source of food oil. There is also a growing market for soybean soybean consumption in forms such as corn-soy-soy mixture, which is an inexpensive source of protein. This article deals with the formation of the soybean market and its products in Ukraine.

Key words: *soybean, productivity, processing, productivity.*

Вступ. Аналоги м'яса рослинного походження привертають все більшу увагу науковців і споживачів через роль, яку вони відіграють у ефективному пом'якшенні майбутнього дефіциту білка тваринного походження та зменшенні негативного впливу забруднення навколишнього середовища та хвороб, які виникають у традиційному тваринництві та переробці їжі для тварин.

Крім того, рослинні альтернативи також можуть запропонувати високу поживну цінність, вигідно задовольняючи харчові потреби тих людей, які активно займаються фізичною діяльністю, зокрема, спортом. Таким чином соя та продукти, які отримуються внаслідок її переробки стали дослідницькою гарячою точкою зі значними ринковими перспективами. Аналоги рослинного м'яса, також відомі як рослинне білкове м'ясо, в основному виготовляються з текстурованого білка шляхом приправ, варіння або повторної обробки і зазвичай виготовляється з використанням соєвого білка, білка пшениці або інших рослинних білків як основної сировини. Вони проходять попередню обробку шляхом дроблення, змішування, нагрівання та прямої обробки паром з подальшим змішуванням, екструзією, нарізанням, плавленням, формуванням та низкою інших фізичних обробок, які здійснюються екструдером. Під час цього процесу рослинний білок змінюється фізичними або хімічними засобами, щоб упорядкувати молекули в відповідну однорідну організаційну структуру, при цьому утворюючи продукти рослинного білка, які є волокнистими та мають смак, схожий на м'язи тварин. Соєвий білок широко використовується як сировина для текстурованого протеїну, оскільки він у великій кількості містить вісім видів незамінних амінокислот, необхідних людському організму. Рослинні аналоги м'яса на даний момент вважаються найбільш перспективними заміниками м'яса; однак їх поширені смаки залишаються проблемою, яка значною мірою перешкоджає їх прийняттю клієнтами.

Метою даної статті є дослідження сформованості ринку сої та продукції її переробки.

Виклад основного матеріалу. Як відомо, ринок соєвих харчових продуктів і напоїв відноситься до ринку продуктів, які виготовлені з використанням соєвих бобів як основного інгредієнта. Продукти на основі сої широко використовуються як джерело білка і споживаються в різних формах, включаючи тофу, соєве молоко, соєвий соус і різні інші харчові продукти та напої. За останні роки ринок соєвих харчових продуктів і напоїв значно зріс завдяки зростанню популярності вегетаріанської та веганської дієти, зростанню обізнаності щодо здоров'я та зростанню попиту на рослинні білкові продукти. Крім того слід вказати про те, що соєві боби вважаються стійкою культурою,

оскільки вони потребують менше води та виробляють менше парникових газів, ніж джерела білка тваринного походження [1].

Зростаюча популярність вегетаріанської та веганської дієт, а також зростання обізнаності споживачів про здоров'я стимулюють попит на джерела рослинного білка. Соеві боби є багатим джерелом білка і широко використовуються в різних харчових продуктах і напоях, що сприяє зростанню ринку соєвих харчових продуктів і напоїв.

Соеві боби є високопоживним харчовим матеріалом, який містить приблизно 35-50% білків і незамінних амінокислот. Соеві харчові продукти відіграють важливу роль на сучасному продовольчому ринку в Україні. Соеве молоко є різновидом соєвих продуктів, котре містить велику кількість білка та жирних кислот. Широко визнано, що запровадження здорового способу життя в Україні пояснюється дієтою, збагаченою соєвими бобами та її активними компонентами. Соеве молоко має багато потенційних переваг для здоров'я, таких як зниження ризику серцевих захворювань, раку, старіння та остеопорозу. Незважаючи на численні корисні властивості соєвого молока, його споживання обмежене через бобовий смак.

Традиційне неферментоване використання соєвих бобів у харчових продуктах включає соєве молоко, з якого виготовляють тофу та шкірку тофу. Ферментовані соєві продукти включають соєвий соус, ферментовану бобову пасту, натто та темпе. Знежирений соєвий шрот є значним і дешевим джерелом білка для кормів для тварин і багатьох упакованих страв. Наприклад, соєві продукти, такі як текстурований рослинний білок, є інгредієнтами багатьох замінників м'яса та молока.

Соеві боби містять значну кількість фітинової кислоти, дієтичних мінералів і вітамінів групи В. Ще одним продуктом переробки врожаю сої є соєве рослинне масло, яке використовується в харчових і промислових цілях. Соеві боби є найважливішим джерелом білка для годування сільськогосподарських тварин, що, у свою чергу, дає тваринний білок для споживання людиною [2].

Як відомо, здоровий спосіб життя дійсно пов'язаний із здоровим харчуванням. У зв'язку з цим значення продуктів, котрі багаті на білок та інші поживні речовини значно зростає. Зокрема, в Україні також набуває великого значення вирощування таких продуктів, котрі багаті на білок та інші поживні речовини. Саме тому вирощування сої в Україні набуває все більшого поширення. Відповідно це також пов'язано з тим, що виробники продукції харчування з кожним роком до виробництва кінцевої продукції додають сою та продукти її переробки.

Варто зазначити, що ринок переробки сої в Україні включає доходи, отримані суб'єктами господарювання від підготовки та луцення, екстракції, десольвентації, рафінування та переробки олії та олеохімікатів. Цінності на цьому ринку є цінностями «заводських воріт», тобто вартістю товарів, що продаються виробниками або розробниками товарів іншим суб'єктам (включно з виробниками, оптовиками, дистриб'юторами та роздрібними торговцями) або

безпосередньо кінцевим споживачам. Вартість товарів на цьому ринку включає супутні послуги, які продають творці товарів.

Слід наголосити на тому вагомому чиннику, що продукти переробки сої допомагають запобігти ожирінню. Люди, котрі страждають ожирінням завдяки споживанню продуктів переробки сої переконалися в тому, що соєвий білок запобігає або зменшує утворення жиру в організмі та покращує резистентність до інсуліну.

Потрібно взяти до уваги те, що технологічний прогрес є ключовою тенденцією, яка набуває популярності на ринку переробки сої в майбутньому. Великі виробники, що працюють над переробкою сої, розробляють інноваційні технології, щоб зміцнити свої позиції на ринку України [3].

Необхідно врахувати те, що для того аби закрити дефіцит білка в Україні, очікується, що промисловість переробки сої продовжуватиме розвиватися більш швидкими темпами щороку. Урядові програми втручання в харчування також включають галузі переробки сої. Найкращою стратегією забезпечення доступного харчування для населення та створення робочих місць протягом очікуваного періоду буде забезпечення простого доступу до соєвих продуктів на місцевому та регіональному рівнях.

Одним із ключових чинників зростання ринку переробки сої є доступність продукту в порівнянні з іншими харчовими оліями, такими як оливкова олія, ріпакова олія, кокосова олія та арахісова олія. Зростаюче використання соєвої олії в харчових продуктах, особливо споживачами, які страждають від таких захворювань, як ожиріння, високий рівень холестерину та серцево-судинні захворювання, а також висока популярність продукту на ринках, чутливих до цін, особливо в Україні, сприяють зростанню ринку переробки сої. Широке використання соєвих бобів харчовою промисловістю в таких продуктах, як соуси, заправки, маргарин, картопляні чіпси, немолочні вершки, шортинг, майонез і збиті начинки, позитивно впливає на промисловість переробки сої.

У харчовій промисловості соєві боби широко використовуються як інгредієнт для заправки салатів і для багатьох інших кулінарних потреб. Популярною корисною альтернативою продуктам з високим вмістом жиру та холестерину є соєві боби. Для тих, хто погано переносить молочні продукти, це ідеальна альтернатива.

Важливо відзначити те, що протягом прогнозованого періоду галузь переробки сої планує відчувати величезне зростання. Відповідно ця трансформація призведе до збільшення внутрішніх можливостей споживання сої. Соєві боби рідко споживаються цілком; натомість соєві боби «подрібнюють» для отримання соєвого шроту та соєвої олії. Збільшуючи потужність подрібнення, фермери зі своєї сторони можуть продавати свої боби у більшій кількості регіонів, а також виробляти більше соєвого шроту та олії для внутрішнього ринку [4].

Очікується, що галузь переробки та екстракту сої виграє від технічних тенденцій, викликаних зростанням витрат на дослідження та розробки та зростаючою увагою галузі до інновацій, що призведе до новаторських

відкриттів. Значний потенціал протягом усього прогнозованого періоду сприятиме виходу нових конкурентів і посилить конкуренцію на ринку переробки сої. Оскільки провідні підприємства зосереджуються на збереженні своїх лідерських позицій, а нові конкуренти намагаються створити присутність на ринку, очікування споживачів продовжуватимуть змінюватися, що відповідатиме впровадженню нових продуктів з новими функціями або нижчими цінами.

Слід вказати, що соєві білки є однією з найбільш бажаних альтернатив м'ясним і молочним білкам, що допомогло виробникам продуктів харчування контролювати витрати та підвищити прибутковість їхньої продукції. Завдяки своїм функціональним і поживним характеристикам вони використовуються для різноманітних харчових продуктів таких як хлібобулочні вироби, кондитерські вироби, емульсійні ковбаси, замітники молочних продуктів, функціональні напої та батончики, а також сухі сніданки. Вони також використовуються як поживні інгредієнти в кормах для худоби, аквакультурі та кормах для домашніх тварин. Оскільки соєвий білок має кілька поживних переваг він легко замінює міцні та молочні білки зростання цін на м'ясні та молочні білки змусило виробників споживачів вибрати їх як дешевшу альтернативу, яка пропонує ті ж харчові переваги.

Таким чином, доцільно вказати про те, що незважаючи на значний потенціал виробництва сої і переробки її продукції в Україні, даний ринок перебуває на сьогоднішній день лише на етапі становлення. Слід врахувати те, що питання, котрі є пов'язаними з розвитком даного виробництва та бізнесу у цій сфері, належать до маловивчених. Як відомо, на даному етапі потребують більш детального дослідження теоретико-методичні аспекти формування ринку сої та продуктів її переробки, а також слід здійснити комплексну оцінку його сучасного стану. Важливе завдання на сьогодні полягає в розробці стратегії розвитку соєвого підкомплексу на основі гармонізації попиту та пропозиції, оптимізація розміщення посівних площ під соєю, обґрунтування необхідності та конкретних обсягів державної підтримки.

Потрібно врахувати той чинник, що переробка сої вимагає уваги до деталей, професіоналізму та досвіду. Сушарки та жаровні – ідеальні машини для обробки будь-яких видів зернових, у тому числі найделікатніших, наприклад, сої. Застосування високопродуктивних і передових систем також є найкращим способом отримати вигоду від інноваційних технологій, доступних на ринку, і завжди бути на крок попереду [5].

Україна є провідним постачальником сої до Європейського Союзу. Зокрема, майже 30% з 2,76 млн. тонн експортованої сої було поставлено до ЄС. Європейська асоціація «Дунайська соя» сподівається, що наша країна збереже статус найбільшого виробника сої в Європі та постачатиме сою традиційної селекції європейським переробникам.

Ціна на соєві боби піддається коливанням через різні фактори, такі як погодні умови, торгова політика та зміни попиту. Це може вплинути на прибутковість виробників і доступність продуктів на основі сої для споживачів. Використання генетично модифікованих соєвих бобів і регулювання продуктів

на основі сої відрізняються залежно від регіону та країни. Це може створити проблеми для виробників, які повинні дотримуватися різних правил на різних ринках.

Висновки. Отже, соєві боби, як джерело високоякісного рослинного білка та олії для споживання людьми, поступово завоювали визнання більшості споживачів за свою поживну цінність. Однак, як традиційна харчова промисловість, переробна промисловість сої має спільні проблеми, такі як відходи ресурсів, забруднення навколишнього середовища та низька додана вартість. Як підвищити харчову цінність і додану цінність сої на основі її відмінних поживних переваг за допомогою сучасних методів обробки харчових продуктів поступово стало головним завданням промисловості в Україні на цьому етапі.

Як важливий функціональний харчовий інгредієнт рослинного походження, високоцінне використання поживних речовин сої в Україні все ще знаходиться в зародковому стані та вимагає від усіх дослідників продовжувати свою дослідницьку роботу.

Соєві боби є четвертою за обсягом вирощуваною культурою в світі. У той час як частина врожаю використовується безпосередньо, більше 85 відсотків переробляється шляхом подрібнення в соєвий шрот і олію. Соєвий шрот зазвичай використовується як корм для тварин через вміст білка. Соєва олія в основному використовується для споживання в їжу, а останнім часом і для інших цілей, таких як біодизель. Загалом, соєві боби та їх похідні є найбільш продаваним сільськогосподарським товаром, на який припадає понад 10 відсотків загальної вартості світової торгівлі сільськогосподарською продукцією.

Список використаної літератури

1. Виробництво та ефективне використання сої та продуктів її переробки в Україні на 2015-2020 роки. URL: <http://agrostore.biz.ua/galuzeva-programa-virobnictvo-ta-efektivne-vikoristannyaso%D1%97-ta-produktiv-%D1%97%D1%97-pererobki-v-ukra%D1%97ni-na-2015-2020-roki/>.

(дата звернення 15.03.2024)

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

3. Камінський В.Ф. Значення зернових бобових культур та напрямки їх виробництва. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник Селекція та насінництво*. 2005. Вип. 90. С. 14-22.

4. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І.М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. Вінниця: ВНАУ, 2020. 276 с.

5. Тулуш Л.Д., Грищенко Д.Ю. Фіскальне регулювання розвитку ринку олійних культур України. *Економіка АПК*. 2018. №5. С. 63.

Анастасія ЗДОВБИЦЬКА¹⁸,
студентка магістратури,
Вроцлавський університет природничих наук (Uniwersytet
Przyrodniczy we Wrocławiu), факультет Природничо-
технологічний (Wydział Przyrodniczo-technologiczny),
спеціальність: Біотехнологія рослин (Kierunek studiów:
Biotechnologia roślin.
Ольга БУГАЙ,
студентка 3-го курсу,
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,
ННІ агротехнологій та природокористування
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

АДАПТИВНО-БІОЛОГІЗОВАНІ СИСТЕМИ ПІДЖИВЛЕННЯ СОЇ

***Анотація.** Соє сїяння в Україні підтримується на досить високому рівні та відповідає рівню світового розвитку вирощування сої. Останнім часом посівні площі сої зросли, урожайність та валове виробництво зерна сої зросли також, проаналізувавши останні декілька років статистичні дані відмічаємо позитивну динаміку при її вирощуванні, хоча звісно свої корективи внесли, як пандемія коронавірусу так і військові дії в Україні.*

За даними Мінагрополітики, у воєнному 2022 році вітчизняні аграрії зібрали сою з площі 1,5 млн га, намолотивши 3,7 млн тонн. Порівняно з попереднім, мирним роком, зібрані площі збільшились на 4%. Це означає, що на культуру поклали певні надії у складних обставинах сезону. У 2023 році площі під соєю ще збільшились, а культуру було названо однією з наймаржинальніших в умовах обмеження експортних можливостей та цін на зерно.

***Annotation.** Soybean cultivation in Ukraine is maintained at a fairly high level and corresponds to the level of global development of soybean cultivation. Recently, soybean acreage has increased, yields and gross production of soybean grain have also increased, and having analysed the last few years of statistics, we note positive dynamics in soybean cultivation, although, of course, both the coronavirus pandemic and military operations in Ukraine have made their own adjustments.*

According to the Ministry of Agrarian Policy, in military year 2022, domestic farmers harvested soybeans from an area of 1.5 million hectares, harvesting 3.7 million tonnes. The harvested area increased by 4% compared to the previous year, which was a peaceful one. This means that the crop had certain expectations in the difficult circumstances of the season. In 2023, the area under soybeans increased further, and the crop was named one of the most marginal in the face of limited export opportunities and grain prices.

¹⁸Науковий керівник: к.с.-г. н.,ст. викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ Тетяна ЗАБАРНА.

Вступ. Високий попит на світовому ринку на насіння сої формує відповідно і пропозицію, скажімо соя коштує набагато дорожче ніж пшениця, тому й рентабельність вирощування сої також значно випереджає. Соя висівають на усій території України, у всіх ґрунтово-кліматичних зонах, за винятком територій, де ведуться бойові дії. Але найбільші врожаї з найкращими якісними показниками отримують на Полтавщині, Вінниччині, у Хмельницькій, Черкаській, Київській, Кіровоградській та інших областях [5].

Соя у світовому землеробстві серед зернобобових займає найбільшу площу – 118 млн га, за обсягами виробництва у світі після кукурудзи, пшениці і рису вона посідає 4-те місце. В світовому розрізі найкрупніші країни - виробники сої це США – 108,6 млн т, Бразилія – 94,8 млн т, Аргентина – 56,0 млн т, Китай – 13,0 млн т, Індія – 10,8 млн т, Парагвай – 8,8 млн т, Канада – 6,5 млн т, Україна – 4,2 млн т [6].

Значна частина науковців висловлює думку, що соєсіяння в Україні має великий потенціал, підтвердженням чого є встановлення світового рекорду урожайності на зрошуваних землях у Херсонській області в 2005 році, що досягнув показника 102,3 ц/га. На Волині на безполивних землях було отримано найвищий показник урожаю в Європі та встановлено рекорд, цей показник досяг 74,9 ц/га (2010 р.) [7].

Можливості накопичення білка рослинами сої роблять її пріоритетною серед багатьох культур в Україні. Це спонукає до розширення щорічних площ посіву сої, а разом із цим виникають нові потреби до виведення нових сортів інтенсивного типу сої з адаптивними технологіями вирощування цієї культури.

Культивування сої у Лісостепу України потребує розробки питань по впровадженню сучасних технологій, які б базувалися на раціональному використанні генетичного потенціалу продуктивності сорту, оптимізації умов мінерального живлення із врахуванням потреби рослин в елементах живлення за етапами органогенезу.

Загальновідомо, що надходження елементів живлення протягом вегетації сої проходить нерівномірно, на що впливають чимало факторів [8].

Методика досліджень. Дослідження проводились в умовах дослідного поля ВНАУ. Для досліджень обрали два сорти сої – Еверест та Галлек, із застосуванням органо-мінерального добрива ХЕЛПРОСТ® Соя. Внесення даного добрива проводилось шляхом внесення позакоренево у певні фази вегетаційного періоду сої, що представлено у схемі.

Повторність дослідження чотирикратна. Площа посівної ділянки 30 м², а площа облікової ділянки – 25 м².

Закладання та проведення досліду це головний момент при дослідженнях, який охоплює вивчення біологічних особливостей росту і розвитку сої, отримання продуктивності і відповідних якісних показників сільськогосподарських культур. В цілому дослід включає ряд проведених спостережень, проведення обліку отриманих результатів, характеристика умов дослідних ділянок, обробка результатів досліджень та одержання кореляційних зв'язків. Під час проведення досліджень сої ми оцінювали фенологічні спостереження, визначали густоту посіву, досліджували динаміку росту,

визначали масу та кількість бульбочок, встановлювали показники урожаю та проводили інші спостереження за загальноприйнятими методиками [10, 11].

Результати досліджень. Обліки висоти у проведених польових досліджень показали, що висота рослин сої протягом тривалості вегетації зазнавала певних змін та дуже залежала від досліджуваних факторів, а саме позакореневих підживлень та сортових особливостей культури, вплив мали також і умови навколишнього середовища, що склались у роки досліджень.

За результатами досліджень встановлено, що висота рослин сої сорту Галлек під час проведення обліку у фазі трійчастого листка була приблизно ідентичною на всіх варіантах досліду та становила 15,9 см, тоді як у сорту Еверест – 16,2 см. Варто вказати, що на початку фази цвітіння висота рослин сої сорту Галлек була в межах 33,8-35,3 см, а у сорту Еверест – 43,7-44,6 см. Протягом вегетації на кінець періоду цвітіння висота рослин сої сорту Галлек на контрольному варіанті без застосування позакореневих підживлень становила 72,4 см, тоді як з використанням підживлення у фазі бутонізації забезпечила формування висоти 75,3 см, а у середині фази цвітіння висота була 74,6 см. При поєднанні підживлень сої у фазі бутонізації та у середині фази цвітіння було відмічено висоту агрофітоценозу на рівні 76,0 см.

Поряд з цим на варіанті з поєднанням двох позакореневих підживлень у фазах бутонізації та середині фази цвітіння висота рослин у фазі кінець цвітіння становила 86,7 см. (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка висоти рослин сої залежно від сорту та позакореневих підживлень, см (середнє за 2022-2023 рр.)

Сорт	Позакореневі підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	середньодобовий приріст
Галлек	без підживлень	15,9	33,8	72,4	87,6	0,94
	у фазі бутонізації	15,9	35,2	75,3	88,8	0,95
	у середині фази цвітіння	15,9	33,9	74,6	89,7	0,96
	у фазі бутонізації + у середині фази цвітіння	15,9	35,3	76,0	90,9	0,98
Еверест	без підживлень	16,2	43,9	83,9	101,7	0,92
	у фазі бутонізації	16,2	44,5	85,8	103,0	0,94
	у середині фази цвітіння	16,2	43,7	85,5	104,1	0,95
	у фазі бутонізації + у середині фази цвітіння	16,2	44,6	86,7	104,5	0,95

Як видно з аналізу таблиці найбільш істотно відчувалась різниця між дослідними варіантами на момент повного наливу насіння. Висота рослин сої сорту Еверест у даній фазі була порівняно більша. Так, висоти у 101,7 см досягли рослини на варіанті без використання підживлень тоді як на ділянках з

підживленням у фазі бутонізації – 103,0 см, у середині фази цвітіння – 104,1 см, а при поєднанні підживлень у ці фази – 104,5 см.

Проведені дослідження дали змогу оцінити середньодобовий приріст рослин сої. Для сорту Галлек тривалість вегетаційного періоду становила 93 дні, і тому середньодобовий приріст рослин сої у висоту був на рівні 0,94-0,98 см. У сої сорту Еверест тривалість вегетаційного періоду становила 110 днів, тоді як середньодобовий приріст рослин був зафіксований в межах 0,92-0,95 см.

Різні види бобових культур завдяки біологічній фіксації при правильному підході можуть на 30-80 % задовольняти загальні потреби рослин у азоті. Але загальновідомий той факт, що активність симбіотичної азотфіксації дуже сильно залежить від виду і сорту культури, умов мінерального живлення, ґрунтово-кліматичних факторів, вологозабезпечення, доступності поживних елементів у ґрунтах та інших елементів технологій вирощування. Головним аспектом, що приймає участь у симбіотичних процесах та впливає на його активність і розміри симбіотичного апарату є показник чисельності та маси бульбочок сої.

Оцінюючи отримані дані з досліджень та висвітлені в табл. 3.3. доцільно було б вказати на поетапне зростання чисельності бульбочок сої на коренях одночасно із перебігом фаз росту та розвитку рослин обох сортів цієї культури.

За період проведених досліджень, найбільшу кількість бульбочок було відмічено у фазу цвітіння, тоді як у наступні фази їхня кількість помітно знижувалась. Це можна пояснити швидким формуванням бобів, які на себе потребували основну частину поживних речовин та пластичних речовин, які переважно локалізувалися в генеративних органах рослин.

Таблиця 2

Динаміка кількості бульбочок на коренях рослин сої сортів Галлек та Еверест залежно від позакореневих підживлень, шт./рослину* (середнє за 2022-2023 рр.)

Сорт	Позакореневі підживлення	Фази росту і розвитку рослин			
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння
Галлек	без підживлень	20,4/14,4	28,1/24,2	40,2/38,2	29,7/20,5
	у фазі бутонізації	21,8/15,9	31,8/28,1	43,6/40,4	32,2/24,1
	у середині фази цвітіння	21,6/15,7	30,9/27,0	42,6/39,5	31,0/22,2
	у фазі бутонізації + у середині фази цвітіння	22,0/16,3	32,5/28,9	44,5/41,3	33,2/25,5
Еверест	без підживлень	21,3/15,2	28,2/24,3	40,5/37,5	28,9/19,4
	у фазі бутонізації	22,0/16,2	32,9/29,2	44,3/41,0	33,0/25,3
	у середині фази цвітіння	21,4/15,7	30,2/26,4	42,0/38,9	30,4/21,7
	у фазі бутонізації + у середині фази цвітіння	22,5/17,2	36,0/32,5	47,3/43,8	36,1/29,8

*Примітка: у чисельнику – загальна кількість бульбочок, у знаменнику – кількість активних бульбочок.

Цікавим є той факт, що в фазі третього трійчастого листка фактично на всіх варіантах кількість бульбочок на рослинах сої була однаковою.

Сорт сої Галлек зумів сформувавши загальну кількість бульбочок на своїх коренях на рівні 20,4-22,0 шт./рослину, з них активних – 14,4-16,3 шт./рослину. При проведенні обліку у цей період загальна кількість бульбочок на посівах сорту Еверест в цей період становила 21,3-22,5 шт./рослину, у тому числі активних бульбочок – 15,2-17,2 шт./рослину.

При аналізі агроценозів сої у період початку фази цвітіння загальна кількість бульбочок на коренях сої сорту Галлек становила 28,1-32,5 шт./рослину, з них активних 24,2-28,9 шт./рослину. При вирощуванні сої сорту Еверест у цій фазі загальна кількість бульбочок була в межах 28,2-36,0 шт./рослину, з них активних 24,3-32,5 шт./рослину.

Максимальна кількість бульбочок на кореневій системі сої була відмічена під кінець фази цвітіння, для сорту Галлек показники загальної кількості бульбочок досягали 40,2-44,5 шт./рослину, з них активних – 38,2-41,3 шт./рослину. Показники загальної кількості бульбочок для сорту Еверест були в межах 40,5-47,3 шт./рослину, з них активних – 37,5-43,8 шт./рослину.

При проведенні обліків у фазі повного наливу насіння ми відмічаємо зниження як загальної кількості бульбочок, так і чисельності активних бульбочок, порівняно з попередньою фазою розвитку. Максимальна чисельність бульбочок була на варіанті з двократним внесенням органо-мінерального добрива ХЕЛПРОСТ® Соя у фазах бутонізації та середини фази цвітіння. У сорту Галлек загальна кількість бульбочок становила 33,2 шт./рослину, з них активних 25,5 шт./рослину, тоді як у сорту Еверест ці показники становили відповідно 36,1 та 29,8 шт./рослину.

Для більш глибокої та об'єктивної оцінки діяльності симбіотичного апарату сої було визначено показники загального (ЗСП) та активного (АСП) симбіотичного потенціалів. Ці показники відображають масу бульбочок та тривалість їх діяльності. Визначення показників ЗСП та АСП було проведено за окремі періоди росту та розвитку рослин сої. Отримані результати досліджень показали, що їх величина залежала від проведених позакореневих підживлень та сортових особливостей культури (табл. 3).

Відмічено, що у період «повні сходи – 3-ій трійчастий листок» показник ЗСП у сої сорту Галлек складав 1,07-1,82 тис. кг/га, тоді як у сорту Еверест – 1,10-1,82 тис. кг/га. Показники АСП посівів сої сорту Галлек в цій фазі росту та розвитку становили 0,78-1,28 тис. кг/га, сорту Еверест – 0,83-1,27 тис. кг/га.

У період розвитку сої «3-ій трійчастий листок – початок цвітіння» було відмічено збільшення показників ЗСП та АСП посівів у обох досліджуваних сортів. При цьому показник ЗСП у сої сорту Галлек складав 1,94-3,11 тис. кг/га, тоді як у сорту Еверест – 3,02-4,39 тис. кг/га. Показники АСП посівів сої сорту Галлек в цій фазі становили 1,62-2,51 тис. кг/га, сорту Еверест – 2,59-3,52 тис. кг/га.

Протягом періоду «початок цвітіння – кінець цвітіння» показники загального та активного симбіотичного потенціалів посівів обох досліджуваних сортів сої продовжували зростати. Так, при вирощуванні сої сорту Галлек

показники ЗСП, залежно від схеми позакоренових підживлень, у цей період становили 5,75-9,20 тис. кг/га, тоді як АСП – 3,25-5,14 тис. кг/га. При вирощуванні сої сорту Еверест показники ЗСП у період «початок цвітіння – кінець цвітіння» становили 7,74-11,20 тис. кг/га, тоді як АСП – 3,93-5,53 тис. кг/га.

Таблиця 3

**Формування загального та активного симбіотичного потенціалів посівів сої,
тис. кг/га* (середнє за 2022-2023 рр.)**

Сорт	Позакоренові підживлення	Фази розвитку			
		повні сходи – 3-й трійчастий листок	3-й трійчастий листок – початок цвітіння	початок цвітіння – кінець цвітіння	кінець цвітіння – повний налив насіння
Галлек	без підживлень	1,07/0,78	1,94/1,62	5,75/3,25	8,34/3,71
	у фазі бутонізації	1,59/1,13	2,79/2,29	8,23/4,62	11,85/5,14
	у середині фази цвітіння	1,33/0,96	2,38/1,97	7,04/3,97	10,18/4,48
	у фазі бутонізації + у середині фази цвітіння	1,82/1,28	3,11/2,51	9,20/5,14	13,31/5,70
Еверест	без підживлень	1,10/0,83	3,02/2,59	7,74/3,93	12,16/5,55
	у фазі бутонізації	1,57/1,13	3,95/3,24	10,07/5,02	15,86/6,86
	у середині фази цвітіння	1,34/0,97	3,52/2,93	8,97/4,51	14,10/6,25
	у фазі бутонізації + у середині фази цвітіння	1,82/1,27	4,39/3,52	11,20/5,53	17,71/7,50

*Примітка: у чисельнику – ЗСП, у знаменнику – АСП

Встановлено, що найбільш продуктивним для формування ЗСП та АСП в роки проведення досліджень був період від кінця цвітіння до повного наливу насіння сої. При вирощуванні сої з проведення двох позакоренових підживлень органомінеральним добривом ХЕЛПРОСТ® Соя у фазах бутонізації та середини цвітіння – значення показників ЗСП та АСП посівів сорту Галлек становило 13,31 та 5,70 тис. кг/га, тоді як у сорту Еверест – 17,71 та 7,50 тис. кг/га.

У середньому за роки досліджень (2022-2023 рр.) питома активність симбіозу у сої сортів Галлек і Еверест, відповідно, складала 4,9 та 4,6 г азоту на 1 кг сирової маси активних бульбочок на добу (табл. 4).

Дослідженнями встановлено, що вирощування сої сорту Галлек без використання позакоренових підживлень забезпечує азотфіксацію на рівні 83,8 кг/га.

На варіанті з підживленням у фазі бутонізації кількість біологічно фіксованого азоту для сорту Галлек становила 119,9 кг/га, тоді як у середині фази цвітіння – 102,6 кг/га.

При застосуванні органомінерального добрива ХЕЛПРОСТ® Соя

дворазово у фазах бутонізації та середини цвітіння кількість біологічно фіксованого азоту на даному варіанті становила 134,5 кг/га.

Таблиця 4

Формування показників біологічно фіксованого азоту (середнє за 2022-2023 рр.)

Сорт	Позакореневі підживлення	Активний симбіотичний потенціал тис. кг/га	Питома активність симбіозу г/кг	Кількість біологічно фіксованого азоту, кг/га
Галлек	без підживлень	17,10	4,9	83,8
	у фазі бутонізації	24,46	4,9	119,9
	у середині фази цвітіння	20,93	4,9	102,6
	у фазі бутонізації + у середині фази цвітіння	27,44	4,9	134,5
Еверест	без підживлень	24,02	4,6	110,5
	у фазі бутонізації	31,45	4,6	144,7
	у середині фази цвітіння	27,93	4,6	128,5
	у фазі бутонізації + у середині фази цвітіння	35,12	4,6	161,6

За результатами проведених досліджень відмічено, що вирощування сої сорту Еверест на варіанті без застосування позакореневих підживлень сприяло накопиченню 110,5 кг/га біологічно фіксованого азоту. Однократне застосування органо-мінерального добрива у фазі бутонізації чи середини цвітіння забезпечило фіксацію 144,7 та 128,5 кг/га азоту відповідно.

Поєднання позакореневих підживлень при вирощуванні сої сорту Еверест дозволило сформувавши найбільшу кількість біологічно фіксованого азоту, а саме 161,6 кг/га, що дозволяє в значній мірі використовувати його для формування насінневої продуктивності, а для сої сорту Галлек – 134,5 кг/га, за аналогічних умов.

Урожайність насіння є головним показником, який визначає доцільність застосування тих чи інших агротехнічних прийомів при вирощуванні сортів сої. І який в свою чергу залежить від сукупності численних фізіолого-біохімічних процесів життєдіяльності рослинного організму.

У ході проведених досліджень виявлено позитивну роль позакореневих підживлень органо-мінерального добривом ХЕЛПРОСТ® Соя на урожай насіння сої. Так, у середньому за роки проведення досліджень, при вирощуванні сої сорту Галлек на варіанті без застосування позакореневих підживлень урожай насіння складав 2,55 т/га (табл. 5). При застосуванні органо-мінерального добрива у фазу бутонізації урожайність зросла до 2,93 т/га, що на 0,38 т/га більше за контрольний варіант. Застосування підживлення у середині фази цвітіння сприяло формуванню 2,79 т/га насіння, або на 0,23 т/га більше контролю.

Формування максимальних показників насінневої продуктивності сої сорту Галлек було відмічено на варіанті з дворазовим застосуванням ХЕЛПРОСТ® Соя у фазах бутонізації та середини цвітіння. При цьому

урожайність склала 3,00 т/га, що на 0,45 т/га більше порівняно з варіантом без проведення позакореневих підживлень.

Таблиця 5

Урожайність насіння сої залежно від факторів інтенсифікації, т/га (середнє за 2022-2023 рр.)

Позакореневі підживлення	Сорт			
	Галлек		Еверест	
	т/га	± до контролю	т/га	± до контролю
без підживлень	2,55	–	2,59	–
у фазі бутонізації	2,93	+ 0,38	3,11	+ 0,52
у середині фази цвітіння	2,79	+ 0,23	2,88	+ 0,29
у фазі бутонізації + у середині фази цвітіння	3,00	+ 0,45	3,28	+ 0,68

НІР₀₅ т/га (2022 р.): А - 0,085; В - 0,138; АВ – 0,167.

НІР₀₅ т/га (2023 р.): А - 0,097; В - 0,075; АВ – 0,126.

Більш високі показники урожайності були відмічені при вирощуванні сої сорту Еверест. Так на варіанті без підживлень отримано 2,59 т/га насіння. При однократному внесенні органо-мінерального добрива у фазі бутонізації урожайність, порівняно до контролю, зростала на 0,52 т/га, і становила 3,11 т/га. У середині фази цвітіння позакореневе підживлення препаратом ХЕЛПРОСТ® Соя підвищило продуктивність сої на 0,29 т/га, при цьому урожай насіння склав 2,88 т/га.

Найвищі показники урожайності насіння сої сорту Еверест були зафіксовані на варіанті з двократним внесенням органо-мінерального добрива у фазах бутонізації та середині цвітіння, що становило 3,28 т/га, при цьому збільшення урожайності порівняно з контролем складало 0,68 т/га.

Отже, польовими дослідженнями було встановлено позитивну роль позакореневих підживлень у формуванні високої насінневої продуктивності різних сортів сої та виявлено зв'язок між фазою застосування позакореневого підживлення та рівнем урожайності.

Висновки: 1. Для сорту Галлек тривалість вегетаційного періоду становила 93 дні, і тому середньодобовий приріст рослин сої у висоту був на рівні 0,94-0,98 см. У сої сорту Еверест тривалість вегетаційного періоду становила 110 днів, тоді як середньодобовий приріст рослин був зафіксований в межах 0,92-0,95 см.

2. Максимальна кількість бульбочок на кореневій системі сої була відмічена під кінець фази цвітіння, для сорту Галлек показники загальної кількості бульбочок досягали 40,2-44,5 шт./рослину, з них активних – 38,2-41,3 шт./рослину. Показники загальної кількості бульбочок для сорту Еверест були в межах 40,5-47,3 шт./рослину, з них активних – 37,5-43,8 шт./рослину.

3. Поєднання позакореневих підживлень при вирощуванні сої сорту Еверест дозволило сформувати найбільшу кількість біологічно фіксованого

азоту, а саме 161,6 кг/га, що дозволяє в значній мірі використовувати його для формування насінневої продуктивності, а для сої сорту Галлек - 134,5 кг/га, за аналогічних умов.

4. Найвищі показники урожайності насіння сої сорту Еверест були зафіксовані на варіанті з двократним внесенням органо-мінерального добрива у фазах бутонізації та середині цвітіння, що становило 3,28 т/га, у сорту Галлек на такому ж варіанті було відмічено також найвищий показник урожайності, який становив 3,00т/га.

Список використаної літератури

1. Державна служба статистики України. Статистична інформація. Сільське, лісове та рибне господарство. Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур за їх видами. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

2. Paul Teng. Executive Summary Biotech Crops Drive Socio – Economic Development and Sustainable Environment in the New Frontier 2019 URL: <http://www.isaaa.org> (дата звернення 13.03.2024)

3. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Іванюк С.В. та ін. Соя: монографія. Вінниця: «Діло», 2016. 400 с.

4. Технологія вирощування сої: основні аспекти, поради науковців та досвід практиків. Частина 1. Суперагроном. 2023. URL: <https://superagronom.com/articles/686-tehnologiya-viroschuvannya-soyi-osnovni-aspekti-poradi-naukovtsiv-ta-dosvid-praktikiv> (дата звернення 28.02.2024р).

5. Didur, I.M., Tsyhanskyi V.I., Tsyhanska, O.I. etc. (2019) The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank forest-steppe. Ukrainian Journal of Ecology. 9(1). 76-80.

6. Беляєв О.В. Економічна ефективність зон, придатних для вирощування сої в Україні. Вісник Сумського НАУ. Серія: Фінанси і кредит. 2005. №1 (18). С. 225-229.

7. Тимченко В.Н. Розвиток виробництва сої в Україні і ефективне свинарство: Аграрний сектор України. Режим доступу: <http://agroua.net/animals/catalog/ag-4/a-0/info/aig-71/> (дата звернення 20.07.2023р).

8. Сереветник О. В. Ефективність позакореневих підживлень сої карбамідом. 2020. Агроном. URL: <https://www.agronom.com.ua/efektyvnist-pozakorenevyyh-pidzhyvlen-soyi-karbamidom/> (дата звернення 02.03.2024р).

9. Дідур І.М. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень на динаміку формування площі листової поверхні рослин сої. Сільське господарство та лісівництво. 2022, 27. С. 5-14. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-4-1

10. Zabarna T.A. The formation of soybean phytocenosis and seeds quality depending on the intensification factors. Сільське господарство та лісівництво. 2020. № 4 (19). С. 98-109.

11. Основи наукових досліджень в агрономії. В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко, П. В. Костогряз; [за ред. В. О. Єщенка]. Київ : Дія. 2005. 288 с.

12. Медведовський О. К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. О. К. Медведовський, П. І. Іваненко. Київ : Урожай, 1988. 208 с.

Роман ГНОТ¹⁹,
Студент 2 курсу,
Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

СОНЯШНИК. ТРАДИЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ

Анотація. У цій статті описується традиційна технологія вирощування соняшнику, одного з найбільш поширених культур у світі. Розглядаються основні аспекти вирощування соняшнику: підготовку насіння, підготовку ґрунту, посів, обробіток, захист від хвороб і шкідників, а також збирання врожаю. Враховуються агрокліматичні умови, які впливають на ефективність вирощування цієї культури. Дослідження базується на аналізі наукових публікацій, книжкових видань, практичного досвіду фермерів та результатів випробувань різних методик вирощування соняшнику. Результати дослідження можуть бути корисними для аграрних підприємств, наукових установ, агрономів та всіх зацікавлених у сільському господарстві.

Ключові слова: соняшник, технологія, обробіток, сівба, догляд, збирання.

Annotation. This article describes the traditional technology of sunflower cultivation, one of the most widespread crops in the world. The main aspects of sunflower cultivation are considered: seed preparation, soil preparation, sowing, cultivation, protection against diseases and pests, as well as harvesting. Agro-climatic conditions that affect the efficiency of growing this crop are taken into account. The research is based on the analysis of scientific publications, books, practical experience of farmers, and the results of trials of various sunflower cultivation methods. The research results may be beneficial for agricultural enterprises, research institutions, agronomists, and all those interested in agriculture.

Key words: sunflower, technology, processing, sowing, care, harvesting.

Вступ. Соняшник важлива культура, яка має довгу історію вирощування, що відбувається на протязі багатьох століть. Традиційна технологія вирощування соняшнику відіграє ключову роль у сільському господарстві, забезпечуючи великі обсяги врожаю та високу якість продукції. Вирощування соняшнику є складним процесом, що потребує комплексного

¹⁹Науковий керівник: Малик В.М., викладач кафедри української та іноземних мов ВНАУ.

підходу, починаючи від вибору сортів та підготовки ґрунту й закінчуючи збиранням врожаю. А саме методика вирощування відтворює вікові традиції, що спираються на глибокі знання про рослину та її вимоги до середовища. У статті розглянемо ключові аспекти традиційної технології вирощування соняшника, від історичного контексту до сучасних викликів та перспектив.

Виклад основного матеріалу. Соняшник належить до родини айстрових (Asteraceae), та входить до роду (*Helianthus* L.), соняшник поділяється на культурний (*Helianthus cultus* Wenzl.) і дикорослий (*Helianthus ruderalis* Wenzl.). У статті йдеться про опис технології вирощування соняшника культурного. Корінь у нього стрижневий, проникає в ґрунт на глибину 2–4 м і розгалужується в сторони на 100–120 см. Стебло прямостояче, грубе, виповнене всередині губчастою серцевиною, вкрите жорсткими волосинками, має висоту 0.7–2,5 м [1].

Біологічні особливості. Вимоги до температури. Проростання насіння соняшника починається при температурі 3–4 °С, але перші сходи з'являються лише через 20–28 днів. Найбільш сприятливою для проростання вважається температура близько 20 °С. За цієї температури сходи можуть з'явитися вже на 7–8-й день. Після висіву, насіння соняшнику може витримувати невеликі заморозки до -10 °С, а молоді сходи можуть переносити весняні приморозки до -4–6 °С. Це дозволяє висівати соняшник рано навесні. Оптимальна температура для росту у першій половині вегетаційного періоду становить близько 22 °С, а під час цвітіння – до 24–25 °С. Підвищення температури понад 30 °С негативно впливає на ріст та розвиток соняшнику. Для успішного розвитку рослини необхідно, щоб сума ефективних температур становила від 2300 до 2700 °С. Для швидкорослих сортів та гібридів, сума температур, вищих за 10 °С, протягом вегетаційного періоду становить 1850 °С, для ранньостиглих – 2000 °С, а для середньостиглих – 2150 °С [2].

Вимоги до вологості. Соняшник, хоч і відноситься до рослин, що переносять посуху, але одночасно реагує на належне забезпечення вологою. Його транспіраційний коефіцієнт становить від 450 до 570. Завдяки потужній кореневій системі та високій здатності коренів до всмоктування, соняшник може використовувати вологу з глибини до 3 метрів, при цьому майже повністю висушуючи верхній 1,5-метровий шар ґрунту [2].

Вимоги до світла. Соняшник потребує інтенсивного сонячного світла для здорового росту. Якщо його недостатньо, рослини можуть стати витягнутими, утворюються менші кошики, а стебла стають менш міцними. Це може призвести до зменшення врожаю. У зонах з меншою кількістю сонячного світла тривалість вегетаційного періоду може бути довшою. [2].

Вимоги до ґрунту. Соняшник найкраще росте на чорноземах і каштанових ґрунтах з нейтральним або слаболужним реакційним середовищем ґрунту. У лісостепових районах його рекомендується висаджувати на сірих і темно-сірих ґрунтах. Менш підходять для цього важкі, безструктурні ґрунти, а також легкі піщані та дуже кислі ґрунти [2].

Традиційна технологія вирощування.

Попередники. Довготривалий досвід вирощування соняшнику в Україні

підтверджує необхідність повернення цієї культури на те ж поле не раніше, ніж через 8 років. Це стратегічне рішення сприяє значному зниженню поширення хвороб та шкідників, а також допомагає уникнути захоплення посівів бур'янами, покращуючи водний та поживний режим рослин. У структурі посівних площ соняшник має займати не більше 12%. За даними Інституту зернового господарства, коли соняшник займав 15% сівозміни, врожайність становила 25 ц/га, але при збільшенні площі до 30% вона знизилася до 17 ц/га. Те саме дослідження вказує, що при розміщенні соняшника в сівозміні кожні 6–9 років, урожайність спочатку була 26,3 ц/га, але через 2–3 роки зменшилась майже вдвічі, до 13,8 ц/га. Оптимальними попередниками для соняшника є озимі зернові. Вони не висушують ґрунт на глибину більше 1 метра, що дозволяє соняшнику засвоювати вологу у другій половині вегетації. У лісостепу, де умови для вологозабезпечення є більш сприятливіші, непоганими попередниками є ярі колоскові культури. Сіють також після кукурудзи, картоплі [3].

Обробіток ґрунту. Основною метою підготовки ґрунту для вирощування соняшника є забезпечення оптимального рівня вологи в кореновому шарі, активізація процесів живлення рослин, підвищення біологічної активності ґрунту та боротьба з бур'янами. На полях, де спостерігається велика кількість осоту та інших коренепаростковими бур'янами, обробляють за схемою поліпшеного зябу. Слідом за збиранням попередника луцять дисковими знаряддями на глибину 6–8 см. В кінці вересня або на початку жовтня поле орють на глибину 27–30 см. Інтервал між обробками має бути достатнім для проростання бур'янів, що дозволяє їх ефективно знищити. Недотримання встановленого інтервалу може знизити ефективність боротьби з бур'янами. При вирощуванні соняшника після зернових культур, де переважають ранні (проростають при температурі 6–8 °С) і середньоранні (проростають при температурі 10–12 °С) однорічні бур'яни, поля підготовляють за допомогою луцання і через два тижні орють. Сходи бур'янів після оранки усуваються за допомогою осінніх поверхневих обробітків та весняних культивацій, що дозволяє очистити верхній шар ґрунту від бур'янів. Цей метод особливо ефективний в зонах з достатнім зволоженням. Якщо переважають пізні ярі бур'яни (курай, просо півняче, щиріця, мишій та ін.), які для проростання потребують більше тепла (14–16 °С), краще дотримуватись схеми поліпшеного обробітку і проводити декілька луцень всерпні на початку вересня, а орати в кінці вересня. При розміщенні соняшнику після просапних, поле орють на глибину 25–27 см. Рано навесні, щоб зберегти вологу в ґрунті, проводять боронування важкими боронами. Перед сівою поле культивують на глибину загортання насіння. Якщо строк сіви пізніший (на забур'янених площах) то поля 2–3 рази обробляють для знищення бур'янів. Для додаткового нагромадження вологи застосовують щільування, лункування, нарізання борозен, снігозатримання [3].

Підготовка насіння. Посів соняшника – це найважливіший етап формування урожаю. Для високого врожаю соняшнику має велике значення обрана система калібрування посівного матеріалу і передпосівний намочування насіння в слабкому розчині марганцевокислого калію, рекомендується

витримувати насіння протягом 10–12 годин. Для посіву використовують насіння кондиційне (зі схожістю не нижче 95%), першої репродукції (сорти) або першого покоління (гібриди). Перед посівом насіння калібрують на три фракції: 5–6; 6–7 і 7–8 мм по ширині. Так, для більшої ефективності беруть (на 0,1 кг насіння) : дистильована вода – 20 л, марганцівка – 12 гр. Завдяки такій системі обробки насіння урожай, в середньому збільшується на 1–1,5 ц з гектара [4].

Спосіб сівби. Сіють соняшник пунктирним способом з шириною міжрядь 70 см. сівалками точного висіву. При звичайному рядковому способі сівби розподіл насіння в рядку не контролюється, а при пунктирному насіння розміщується рівномірно, через більші чи менші інтервали, згідно з встановленою нормою висіву. Відстань між рослинами в рядку має рівномірно становити від 41–36 см (35–40 тис/га.) до 16–14 см (90–100 тис/га.). Для сівби використовують пневматичні сівалки вітчизняного чи зарубіжного виробництва. Висівний диск підбирають залежно від фракції насіння. У більшості випадків використовують диски з отворами від 2 до 2,5 мм. Обов'язково перед сівбою перевіряють, щоб до отворів диска прикріплювалося по одній насініні. При використанні дисків з більшими отворами, а також при збільшенні сили вакууму різко зростає кількість «двійників», що веде до перевитрат насіння, загушення посіву і як наслідок до зниження урожайності [3].

Глибина сівби. Найдружніші сходи соняшнику з'являються при загортанні насіння у вологий шар ґрунту на глибину 6–8 см. Глибше загортання на 8–10 см є виправданим лише за недостатньої вологості верхнього шару ґрунту, зазвичай у разі запізнення з сівбою. Насіння гібридів дещо дрібніше, тому загортають його мілкіше на 4–6 см. Загортання глибше 6 см. призводить до зниження польової схожості. На важких вологих ґрунтах теж сіють лише на глибину 4–5 см. Важливо дотримуватись рівномірності загортання насіння на однакову глибину, що дозволяє одержати дружні, вирівняні сходи і рівновеликий розвиток рослин в агрофітоценозі впродовж вегетації. Дуже важливо витримати рівномірність розміщення насіння по глибині та довжині рядка, забезпечити добре покриття і контакт насіння з ґрунтом. З цією метою перед сівбою ретельно регулюють сівалку, забезпечують якісну роботу загортачів і ущільнювальних роликів [3].

Норма висіву. Норма висіву є ключовим чинником для досягнення високих врожаїв соняшнику і полягає у дотриманні рекомендованої густоти, вона становить 40–80 тис. рослин на 1 га. За даними академіка В. С. Пустовойта, площа живлення однієї рослини повинна становити 2000 см², тобто орієнтовно 50 тис. на 1 га. Оптимальна густота в Україні залежно від типу ґрунту і зони вирощування має бути в межах 35–60 тис./га [3].

Строки сівби. Насіння соняшнику починають проростати при температурі ґрунту від 6 градусів, тому багато агрономи відносять соняшник до культур середньораннього строку посівів. Кілька важливих особливостей весняних посівів: ранні посіви краще забезпечені вологою, насіння ґрунтіне гние і добре проростають. Відповідно до середньорічних показників у регіонах степу строки посіву 15 квітня по 27 травня забезпечили однаково високу врожайність насіння. Слід пам'ятати, що посів пізніше 10 червня призводить до втрати

врожайності, та зменшення вмісту олії [5].

Система удобрення. Соняшник дуже вибагливий до поживного режиму ґрунтів порівняно з іншими польовими культурами. Особливо багато він вбирає з ґрунту калію. Для формування 1 т. продукції соняшник виносить з ґрунту 40–55 кг азоту, 15–25 кг фосфору, 100–150 кг калію, 5 кг сірки та 6,6 кг магнію. Проте незважаючи на високий винос калію з ґрунту, соняшник на чорноземних ґрунтах більшою мірою потребує азотних і фосфорних добрив. Також з урожаєм соняшник виносить з ґрунту мікроелементи у кількості 23 г бору, 42 г цинку, 12 г марганцю та 7 г міді на 1 т продукції.

Рядкове внесення добрив. Високі результати забезпечує рядкове внесення добрив під час сівби, зокрема на ґрунтах із низьким вмістом рухомих сполук елементів живлення. Доза рядкового удобрення становить Р 15–30. Це підвищує врожайність насіння соняшнику на 0,2–0,3 т/га. Рекомендовано використовувати наступні варіанти удобрення:

- НАФК 16:16:16 (60–80 кг/га) локально.
- MIXTURE-РКД 10:10:10 (30–40 л/га);
- MIXTURE-РКД 8:24:0,9:29:0;5:20:5 (20–40 л/га) [6].

Догляд. Захист від бур'янів. За відсутності комплексних заходів контролю бур'янів у посівах втрати врожаю насіння досягають 20–70%, на дуже засмічених полях врожайність може знизитися в 1,5–2,1 рази. В умовах нестійкого зволоження ґрунту, яке характерно для більшості областей України, гербіциди краще вносити до сівби, під передпосівну культивуацію. Гербіциди з діючою речовиною – прометрин. Рекомендовані: Альфа–Прометрин, Промекс, Капрал, Грінфорт ПМ 500 [7].

Фунгіцидний захист соняшника. Підвищенням температур, вологі погодні умови сприяють найкращому розвитку хвороб. Дуже важливо зробити ранню обробку у фазі 6–8 листків. А якщо спостерігаються часті опади в період вегетації, можливе збільшення кількості обробок до двох. В останні роки на соняшнику спостерігаються та набувають поширення такі хвороби як: септоріоз, іржа, фомоз, альтернаріоз, фомопсис, які пошкоджують листя та стебло, пероноспороз, корзинка уражається сірою гниллю. В останні сезони дедалі більше спостерігаються склеротиніоз, вугільна гниль та вертицильозне в'янення. Для кращого результату та протистояння хворобам рекомендовано вносити фунгіциди сумісно з антистресантами, амінокислотами, а також мікродобривами. Рекомендовані фунгіциди: Амікон, Артис Плюс [7].

Інсектицидний захист соняшника. Шкідники є загрозою для соняшника, комахи, що пошкоджують сходи, точки росту, кореневу шийку, стебла, листки, кошики. До них відносяться: гусені, метелика; совки; попелиці; вогнівка; соняшниковий вусач; соняшникова шипоноска; стебловий метелик; личинки мінуючих мух; різні види клопів; кліщі; сарана та інші. Щоб захиститися від цих шкідників при всіх хімічних обробках додають інсектициди Наповал, Логус [7].

Збирання врожаю. Через 35–40 днів після цвітіння у фазі жовтої стиглості завершується нагромадження олії в насінні. Далі відбувається фізичне випаровування води із сім'янки і настає фаза повної стиглості. Практично

виділяють три фази стиглості за зміною кольору корзинок. Жовта: листки і кошики лимонно-жовтого забарвлення, вологість кошика 85–88%, насіння 30–40%. Бура – кошики темно-бурі з вологістю 40–50%, насіння 10–12%. Повна- вологість кошиків становить 18–20%, насіння 7–10%. Збирання соняшнику починають за середньої вологості насіння 12–14%, коли у 80–90% рослин кошики жовто-бурі, бурі та сухі, а у 10–20% вони лише жовті. Оптимальна тривалість збирання соняшнику 5–6 днів. Якщо соняшник починають збирати у фазі повної стиглості, тона 5-й день втрати від осипання насіння збільшуються вдвічі, а на 15 день у 12 разів. Тобто збирання в ранні строки призводить до збільшення витрат енергоносіїв на сушіння, а залишення соняшнику до фази повної стиглості супроводжується втратами насіння. Тому для прискорення збирання і одночасного досягання посіви обробляють десикантами. Збирають соняшник зернозбиральними комбайнами із спеціальними пристроями і подрібнювачами стебел. Соняшник обмолочується якісно і без втрат у разі дотримання таких умов: швидкість обертання барабану 300 об/хв; низька вологість зерна; зазор між барабаном і підбарабанням великий на вході 50 мм, на виході 28 мм [3].

Висновки. Детально розглянуто традиційну технологію вирощування соняшнику, враховуючи його біологічні особливості та вимоги до середовища. Проаналізували важливі аспекти вирощування соняшнику, такі як підготовка ґрунту, вибір попередників, обробіток, підготовка насіння, сівба, догляд та збирання врожаю. Аналіз традиційних методів дозволяє краще розуміти вимоги культури, що сприятиме підвищенню врожайності та зменшенню втрат в сільському господарстві.

Список використаної літератури

1. Соняшник відомості про культуру : веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%88%D0%BD%D0%B8%D0%BA> (дата звернення: 21.03.2024).
2. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технологія вирощування сільськогосподарських культур. 2-е видання, виправлене. Київ: Центр навчальної літератури, 2004. 808 с.
3. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур : навчальний посібник 4-е видання. Львів: НВФ «Українські технології», 2014. 1040 с.
4. Підготовка насіння : веб-сайт. URL: <https://elitaagro.com/content/pidhotovka-i-posiv-sonyashnyka> (дата звернення: 21.03.2024).
5. Строки посіву соняшнику: веб-сайт. URL: <https://agroexp.com.ua/uk/optimalnye-sroki-poseva-podsolnechnika-v-ukraine> (дата звернення: 21.03.2024).
6. Система удобрення соняшнику: веб-сайт. URL: <https://uapg.ua/blog/sistema-udobrennya-sonyashniku/> (дата звернення: 21.03.2024).
7. Захист соняшнику: веб-сайт. URL: <https://elit-n.com.ua/shcho-potribno-znaty-pro-sivbu-sonyashnyka-ta-dohliad-za-skhodamy-10-zahalnykh-pravyl/> (дата звернення: 21.03.2024).

Максим БЛОСТЕГНЮК²⁰,
студент 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЛЕТЮЧОЇ САЖКИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ

***Анотація.** У рамках дослідження було встановлено, що високий рівень летючої сажки в атмосфері негативно впливає на розвиток кукурудзи та зменшує її врожайність. За допомогою експериментальних досліджень та аналізу даних було підтверджено зв'язок між концентрацією летючої сажки і зниженням якості та кількості урожаю кукурудзи. Результати даного дослідження можуть бути використані для розробки стратегій зменшення викидів сажки та збільшення продуктивності кукурудзи в умовах забрудненого повітря. Встановлено, що високий рівень летючої сажки в атмосфері негативно впливає на формування качанів та розвиток рослин, що призводить до зменшення врожаю. Результати свідчать про необхідність контролю за викидами сажки для збереження продуктивності кукурудзи.*

***Ключові слова:** кукурудза, хвороби, врожайність.*

***Annotation.** As part of the study, it was established that a high level of volatile carbon black in the atmosphere negatively affects the development of corn and reduces its yield. With the help of experimental studies and data analysis, the connection between the concentration of volatile carbon black and the decrease in the quality and quantity of the corn harvest was confirmed. The results of this study can be used to develop strategies to reduce carbon black emissions and increase corn productivity under polluted air conditions. It was established that a high level of volatile carbon black in the atmosphere negatively affects the formation of cobs and the development of plants, which leads to a decrease in yield. The results indicate the need to control carbon black emissions to maintain corn productivity.*

***Key words:** corn, diseases, productivity.*

Вступ. Майже вся територія нашої країни підходить для вирощування кукурудзи. Серед аграріїв побутує думка, що кукурудза майже не хворіє. Проте це не зовсім так. На кукурудзі є кілька видів сажок: летюча (група хвороб, що викликається декількома видами грибів) та пухирчаста.

Всі сажки кукурудзи мають виключно зовнішню насінневу інфекцію. У випадку з кукурудзою внутрішньої насінневої інфекції не існує. Якщо насіння було правильно протруєне, насіннева інфекція сажки кукурудзи вбивається майже на 100% [2, 5, 7].

До факторів, які збільшують ризик розвитку сажкових хвороб відносять:

²⁰Науковий керівник: Колісник О.М. кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

– посушливий спекотний клімат – у таких умовах спори довго зберігають свою життєздатність, а виснаженні несприятливими погодними умовами рослини найбільше схильні до зараження;

– неналежний догляд за станом ґрунту – надмірне виснаження ґрунту, створює сприятливе середовище, для перезимування та розвитку сажки. Крім того, на таких ґрунтах значно погіршується стійкості культури до грибкових інфекцій;

– недостатнє живлення рослин – недолік азоту та інших важливих для росту та розвитку мікро- та макроелементів сприяє підвищенню ризику захворювань.

Агрономи звернули увагу на те, що часто хвороби проявляються у місцях, де були випадкові «пропуски» при внесенні добрив.

– стресові чинники (град, вітер, ґрунтові та наземні шкідники) – всі ці фактори значно підвищують ризик інфікування [3, 10, 11].

Симптоми хвороби проявляються в період цвітіння. Гриб уражує генеративні органи: качан цілком перетворюється на чорну масу спор, прикрити скороченими обгортками, які спочатку щільні, зелені, а пізніше жовкнуть, всихають і передчасно (у фазі молочної стиглості) розкриваються; волоть руйнується частково або повністю, з утворенням неприкритих чорних скупчень спор (теліоспор), що вільно розпилюються (рис 1, рис. 2).



Рис 1. Ураження летючою сажкою у різні фази

Уражені рослини відстають у рості, часто надмірно куцяться, схильні до сильного обростання листям та до інших потворностей. Можлива також прихована форма хвороби, при якій спори на уражених органах не утворюються, рослина відстає в рості, качани недорозвинені, або їх зовсім немає. За зовнішнім виглядом летюча сажка відрізняється від пухирчастої тим, що у першій спорові скупчення сухі і не мають оболонки, а в другій здуття вкрите м'якшавою, блискучою, вологою з середини оболонкою [6, 8, 11, 12].

Дотримання правил сівозміни і правильний вибір попередника допоможуть звести до мінімуму можливість розвитку сажки. Обробка насіннєвого матеріалу системним протравлювачем. Вибір стійких до захворювання гібридів для посіву. Посів повинен проводитися тільки в оптимальні, рекомендовані агрономом, терміни. Після збирання врожаю важливо ретельно загорнути поживні залишки глибоко в ґрунт. Дотримуватися

всіх заходів, що включає прогресивна технологія вирощування кукурудзи і висока культура землеробства [1, 3, 4].

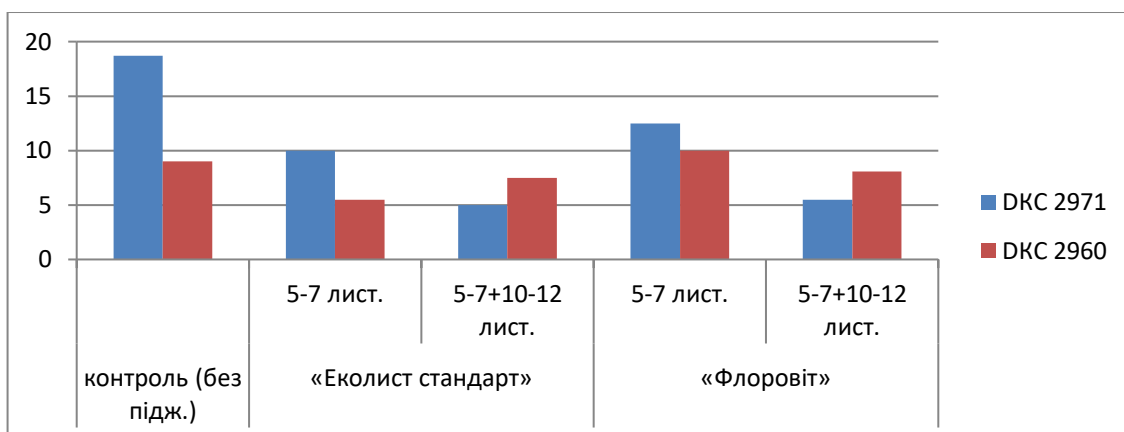


Рис 2. Вплив позакорневих підживлень на стійкість гібридів кукурудзи до летючої сажки.

Застосування позакорневих підживлень мікродобривами «Еколист стандарт» та «Флоровіт» сприяє зменшенню кількості пошкоджених рослин стебловим кукурудзяним метеликом і підвищенню стійкості до стеблового вилягання.

Це пов'язано з тим, що в цьому випадку качани падають на поверхню ґрунту і залишаються незібраними. У цьому випадку качан падає на поверхню ґрунту і залишається незібраним, тому що в цьому випадку качан падає на поверхню ґрунту і залишається незібраним. Співвідношення загального вилягання до кількості рослин, зламаних над качаном, залежить від розвитку механічної організації стебла; за винятком деяких гібридів, таких як DKS 2971, частка стебел, зламаних під качаном, значно вища (рис. 3, рис. 4., рис. 5).

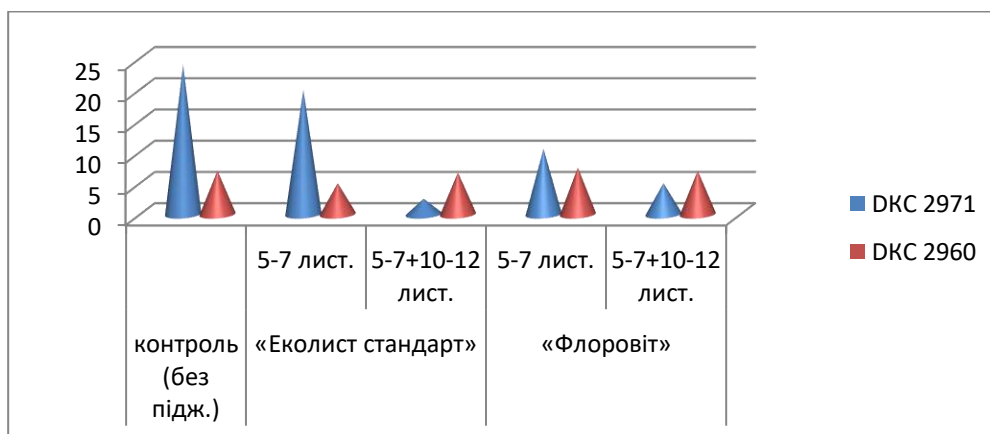


Рис. 3. Вплив позакорневих підживлень на стійкість гібридів кукурудзи до кількості полеглих рослин, %

Основною причиною вилягання та поникнення качанів у гібридів кукурудзи в 2022–2023 роках були пошкодження, спричинені стебловими метеликом.

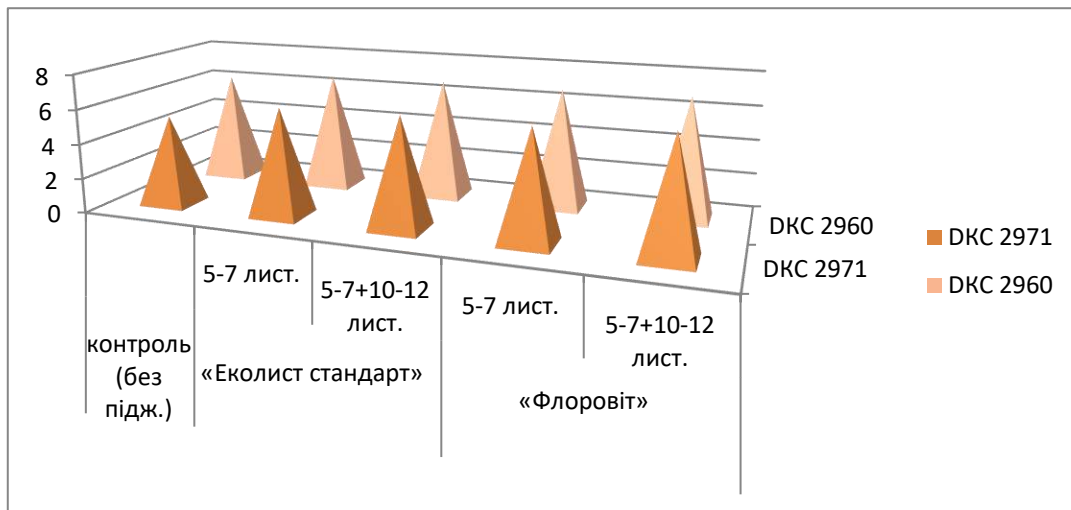


Рис. 4. Урожайність зерна гібридів кукурудзи, т/га

Невід’ємними складовими вирощування кукурудзи є використання агротехнічних і хімічних засобів.

Агротехнічні:

- впровадження стійких гібридів і сортів;
- проведення сівби в оптимальні строки;
- дотримання оптимальних сівозмін.

Хімічні засоби – протруювання насіння.

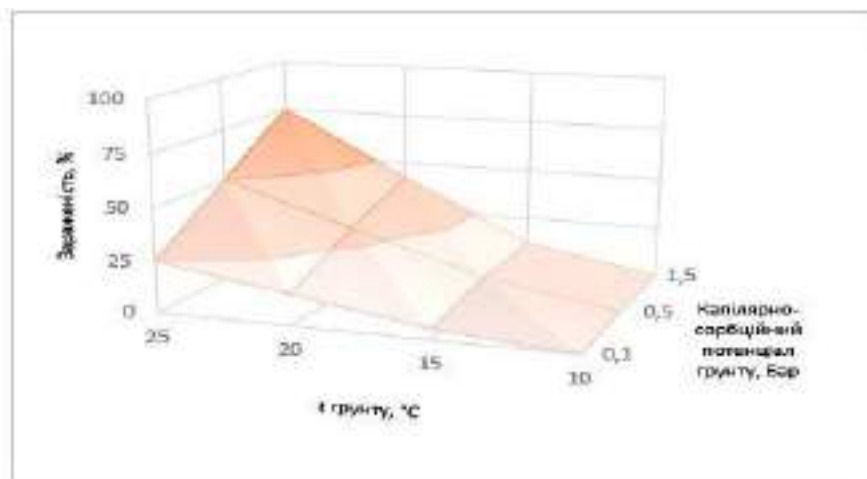


Рис 5. Залежність зараження летючою сажкою від капілярно-сорбційного потенціалу ґрунту

Щоб перешкодити зараженню посівів, крім протруювання насіння необхідно проводити превентивні заходи, що передбачають:

- вибір для посіву гібридів та сортів, стійких до зараження летючої сажкою;
- дотримання оптимальних термінів та способів посіву насінневого матеріалу;
- своєчасне внесення підгодівель, що містять важливі мікроелементи: бор, марганець, мідь, залізо, кобальт та інші;
- дотримання сівозміни та правильний вибір попередників;

– своєчасний збір врожаю та ретельне загортання поживних залишків в ґрунт;

– просторова ізоляція посівів не менше ніж на 0,5 км [11, 12, 13].

Висновки. Встановлено, що підвищений рівень летючої сажки має негативний вплив на продуктивність кукурудзи. Умови, що супроводжуються високим рівнем сажки в атмосфері, призводять до зменшення якості та кількості урожаю цієї культури. Ці результати підкреслюють важливість контролю за викидами сажки та впровадження заходів для зменшення їх впливу на вирощування кукурудзи з метою забезпечення стабільної та продуктивної сільськогосподарської діяльності.

Список використаної літератури

1. Duvick B.J, Donald N.O. (2019). The contribution of breeding to yield advances in maize (*Zea mays* L.). *Advances in agronomy* C. 83-145.

2. Kolisnyk O.M., Butenko A.O., Malynka L.V., Masik I.M. (2019). Adaptive properties of maize forms for improvement in the ecological status of fields [Adaptive properties of maize forms for improvement in the ecological status of fields] *Ukrainian J Ecol.* 9: 33-37.

3. Miedema, P. (2021). The effects of low temperature on *Zea mays*. *Advances in agronomy* C. 93-128.

4. Агроексперт. URL:<https://agroexp.com.ua/uk> (дата звернення 18.03.2024)

5. Cal J. P., Obendorf R. L. (2020). Imbibitional chilling injury in *Zea Mays* L. altered by initial kernel moisture and maternal parent 1. *Crop Science* C. 369-373.

6. Hanway, John J., and Steven W. Ritchie. *Zea mays*. Handbook of flowering. CRC Press, C. 525-541.

7. Агржурнал. URL:<https://lnzweb.com/> (дата звернення 15.03.2024)

8. Паламарчук В.Д., Кричковський В.Ю., Рудська Н.О., Колісник О.М. Новітні технології вирощування овочевих культур та кукурудзи за використання дигестату біогазових станцій. Вінниця: «Друк», 2023. 296 с.

9. Snitynskyi V. Razanov S. Hnativ P. Bahmat O. Kutsenko M. Kolisnyk O. Phytoremediation of Cs contaminated sod-hjdzolic soil in Northern Polissia white sweet clover (*Velilotus albus*) *International journal of Environmental Studies*. 17 oct. 2023 P.1-8.

10. Palamarchuk V.D., Klymchuk O.V., Polishchuk I.S., Kolisnyk O.M. (2010). Ekoloho-biolohichni ta tekhnolohichni pryntsypy vyroshchuvannya polovykh kultur [Ecological-biological and technological principles of growing of field crops]: *Navch. posibnyk Vinnytsya*.

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

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

13. Паламарчук В.Д., Колісник О.М. Сучасна технологія вирощування кукурудзи для енергоефективного та екологічнобезпечного розвитку сільських територій. Монографія. Вінниця: друкарня «Друк», 2022. 376 с.

Сергій МЕЛЬНИК²¹,
студент 4-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ У РОСЛИННИЦТВІ: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ

***Анотація.** Наукова робота на тему «Ефективність використання мінеральних добрив у рослинництві: переваги та недоліки» досліджує важливість та вплив використання мінеральних добрив на урожайність та якість сільськогосподарської продукції. У роботі аналізуються переваги та недоліки застосування мінеральних добрив у порівнянні з іншими видами. Вивчаються фактори, що впливають на ефективність використання мінеральних добрив, такі як правильний добір доз, строки внесення та методи застосування. Зокрема, звертається увага на можливість перевитрат та забруднення навколишнього середовища внаслідок небального використання мінеральних добрив. У роботі надаються рекомендації щодо оптимізації використання мінеральних добрив з метою забезпечення максимальної ефективності при мінімальному впливі на довкілля.*

***Ключові слова:** сільськогосподарські культури, мінеральні добрива, застосування.*

***Annotation.** The scientific work on the topic "Effectiveness of the use of mineral fertilizers in crop production: advantages and disadvantages" examines the importance and impact of the use of mineral fertilizers on the yield and quality of agricultural products. The work analyzes the advantages and disadvantages of using mineral fertilizers in comparison with other types. Factors affecting the effectiveness of mineral fertilizers are studied, such as the correct selection of doses, timing of application and methods of application. In particular, attention is drawn to the possibility of overspending and environmental pollution due to careless use of mineral fertilizers. The work provides recommendations on optimizing the use of mineral fertilizers in order to ensure maximum efficiency with minimal impact on the environment.*

***Key words:** agricultural crops, mineral fertilizers, application.*

***Вступ.** Сільське господарство в сучасному світі стоїть перед викликом забезпечення наростаючого попиту на продукти харчування при обмежених ресурсах та захисту навколишнього середовища. Одним з ключових факторів, що впливає на урожайність та якість сільськогосподарських культур, є використання добрив. Серед них особливе значення мають мінеральні добрива, які містять необхідні для рослин поживні речовини у доступній формі.*

²¹Науковий керівник: Циганський В. І., кандидат с. -г. наук, доцент кафедри рослинництва та садівництва.

Значна частка врожаю сільськогосподарських культур залежить від доступності поживних речовин, які рослини отримують з ґрунту. У зв'язку з цим використання добрив є необхідним елементом сучасного аграрного виробництва. Однак, наростаюча проблема забруднення ґрунтів та водних ресурсів хімічними речовинами, що містяться в мінеральних добривах, вимагає уваги до ефективного та екологічно безпечного їх використання.

Промисловість мінеральних добрив в Україні незмінно була затребуваною галуззю. Традиційно місцеві фермери заготовляли добрива для майбутнього посівного сезону щонайменше за півроку. Однак у 2022 році обставини та практика українських фермерів зазнали трансформації через початок масштабного конфлікту всередині країни [3].

За даними багатьох джерел, внутрішній ринок мінеральних добрив впав приблизно на 50%. Однак, незважаючи на зниження попиту та значну втрату виробничих потужностей, хімічна промисловість продовжує працювати без жодних намірів припинити роботу в осяжному майбутньому.

Актуальність дослідження полягає в необхідності розробки науково обґрунтованих підходів до використання мінеральних добрив, які б забезпечували максимальну ефективність вирощування сільськогосподарських культур при мінімальному негативному впливі на довкілля. Такий підхід сприятиме створенню стійкої та конкурентоспроможної аграрної галузі [2].

Мета даної роботи полягає у проведенні аналізу переваг та недоліків використання мінеральних добрив у рослинництві, визначенні факторів, що впливають на їх ефективність, та розробці рекомендацій щодо оптимального використання цих добрив з метою підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь.

Виклад основного матеріалу. Хімічні заводи виробляють мінеральні добрива, які є промисловою продукцією. Один із лідерів на ринку мінеральних добрив та добрив по листу для агровиробників України є компанія «Макош». На нашому ринку вони працюють вже 10 років та допомагають українським аграріям примножувати врожаї.

На сьогоднішній день компанія працює з усіма сільськими господарствами, незалежно від площі полів. Перевагою компанії є індивідуальний підхід до вибору добрив для кожного господарства.

Доскладаючих добрив входять різні форми азоту, такі як аміак, натрій, нітраткальцію та сульфати. Виробляються також фосфорні добрива – суперфосфати, фосфоритне борошно, кісткове борошно. Промислові добрива включають різні форми калію, такі як хлорид калію та сульфат калію. Як правило, мінеральні добрива використовуються в гранульованому вигляді, з розміром гранул до 4 мм у діаметрі. Норма внесення цих добрив може накопичуватися від 10–500 кг/га залежно від обраного способу внесення. Необхідно потребувати як до обґрунтування, так і до культурних рослин [4].

Переваги використання мінеральних добрив:

- Мінеральні добрива мають декілька переваг, які роблять їх привабливими для сільськогосподарських виробників:
- Швидке та точне постачання поживних речовин: Мінеральні добрива забезпечують рослини необхідними поживними речовинами швидко та ефективно [5].

- Контроль доз та складу. Застосування мінеральних добрив дозволяє точно контролювати дози та склад добрив, що надає більшу гнучкість у вирощуванні різних культур.

- Забезпечення мікроелементами: Мінеральні добрива можуть містити не лише основні макроелементи, а й важливі мікроелементи, необхідні для здоров'я рослин.

Незважаючи на їх переваги, мінеральні добрива мають деякі *недоліки*:

- Забруднення ґрунтів та водних ресурсів: Використання мінеральних добрив може призводити до забруднення навколишнього середовища хімічними речовинами, що містяться в добривах.

- Втрата родючості ґрунту: Надмірне застосування мінеральних добрив може призвести до втрати родючості ґрунту через його засмічення та зміни хімічного складу [5].

- Високі витрати енергії: Виробництво та транспортування мінеральних добрив вимагає значних енергетичних ресурсів, що призводить до збільшення викидів вуглецю та інших шкідливих речовин.

Також важливим є використання мікродобрив – добрива локального застосування, їх ефективність проявляється на ґрунтах з чітко вираженою недостатчею того, чи іншого мікроелемента і на культурах, які більше потребують окремих мікроелементів.

Мікродобрива містять мікроелементи, які входять до складу рослин в невеликій кількості (від 0,001 до 0,000001 долі відсотка), але відіграють дуже важливу роль для нормального росту і розвитку. Найбільш вивчений вплив на продуктивність рослин таких мікроелементів, як бор, мідь, цинк, марганець, молібден, кобальт. Вони беруть участь в багатьох важливих фізіологічних процесах синтезу органічних речовин, їх обміну та інших [1].

На ефективність використання мінеральних добрив можуть впливати такі фактори: правильний добір доз (використання правильних доз добрив дозволяє максимізувати їх ефективність та запобігає зайвому застосуванню, що може призвести до негативних наслідків), моменти внесення (оптимальний момент внесення добрив забезпечує максимальне їхнє засвоєння рослинами) та методи застосування (вибір правильного методу застосування добрив) [1].

Висновки. У результаті дослідження ефективності використання мінеральних добрив у рослинництві можна зробити наступні висновки:

- Мінеральні добрива є важливим елементом для забезпечення врожайності та якості сільськогосподарської продукції.

- Переваги використання мінеральних добрив включають швидке та точне постачання поживних речовин, а також здатність забезпечити рослини необхідними мікроелементами.

- Однак, недоліками використання мінеральних добрив є можливість забруднення ґрунтів та водних ресурсів, а також високі витрати на їхнє виробництво та транспортування.

- Ефективність використання мінеральних добрив залежить від

урахування фізико-хімічних властивостей ґрунту та рослин, а також дотримання методів їхнього внесення.

- Для забезпечення максимальної ефективності використання мінеральних добрив у рослинництві необхідно поєднувати їх з іншими методами агротехніки, включаючи органічне землеробство, ротацію культур та використання біологічних препаратів.

Отже, для досягнення балансу між ефективністю використання мінеральних добрив та збереженням навколишнього середовища необхідно постійно вдосконалювати методи їхнього застосування, використовувати науково-обґрунтовані норми відповідно до вирощуваної культури та розвивати екологічно чисті альтернативи.

Список використаної літератури

1. Левенець В.І., Григоров, І.С. Роль мінеральних добрив у формуванні врожаю сільськогосподарських культур. *Аграрний науковий журнал*. 2017. С. 52-56.
2. Павленко, О. М., Гриньов, О. М. Вплив мінеральних добрив на структуру та властивості ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2019. С. 45-50.
3. Дідур І.М.. Динаміка формування висоти рослин сої залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023 Вип. № 1 (28) С. 17-24.
4. Носко Б.С., Медведєв В.В., Непочатов О.П. Роль добрив у підвищенні ефективності землеробства в посушливих умовах. *Вісник аграрної науки*. 2000. №5. С.11-15.
5. Мінеральні добрива: плюси та мінуси використання. <http://uzinform.com.ua/news/2019/11/25/167402.html> (дата звернення: 05.03.2024).

Олександр ПРУДИВУС²²,
студент 3 -го курсу,
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ТРИВАЛІСТЬ МІЖФАЗНИХ ПЕРІОДІВ ГОРОШКУ ПОСІВНОГО

Анотація. В статті наведено результати фенологічних спостережень за ростом і розвитком горошку посівного залежно від погодних умов. Встановлено реакцію рослин на зміну погодних умов, шляхом подовження або скорочення тривалості міжфазних періодів.

²²Науковий керівник: Гетман Н.Я., доцент кафедри рослинництва та садівництва.

За біологічними особливостями росту і розвитку рослин горошок посівний доцільно вирощувати у травосумішках із злаковим компонентом. Наприклад, з тритикале ярим є можливість сумішки збирати для заготівлі різних видів кормів (зелена, маса, силос та сіно). Дослідженнями доведено, що для заготівлі силосу із пров'ялених трав тритикале яре повинно знаходитися у фазі молочної стиглості насіння, а горошок посівний – у фізіологічної стиглості насіння у нижньому ярусі.

***Annotation.** The article presents the results of phenological observations on the growth and development of pea, depending on weather conditions. The reaction of plants to changes in weather conditions by lengthening or shortening the duration of interphase periods has been established.*

According to the biological features of plant growth and development, it is advisable to grow peas in grass mixtures with a cereal component. For example, it is possible to collect mixtures from triticale for harvesting different types of fodder (greens, masa, silage and hay). Research has proven that for making silage from wilted grasses, triticale should be in the phase of milky seed maturity, and field peas should be in the physiological seed maturity phase in the lower tier.

Вступ. Одним із розповсюджених видів однорічних бобових трав є горошок посівний (*Vicia sativa* L.), який за кормовою цінністю не поступається багаторічним бобовим травам – конюшині і люцерні. Найбільші площі його знаходяться у лісостепових і поліських районах України, країнах Балтії.

Значне поширення цієї культури пояснюється коротким періодом вегетації, високою кормовою цінністю та різноманітним використанням, тобто заготівлею різних видів кормів (зелений корм, сіно, зерно, силос) та невибагливістю до родючості ґрунтів.

Це – холодостійка, вологолюбна рослина, з періодом вегетації від 75 до 130 діб залежно від напрямку використання культури на зелений корм чи насіння з сумою активних температур в межах 850–900 °С. За настання температури 2–3 °С насіння починає проростати, сходи добре переносять приморозки до -5–7 °С [1].

За достатньої кількості вологи та температурного режиму горошок посівний швидко росте і розвивається. Цвітіння починається через 40 діб після повних сходів та триває упродовж 20–30 діб. Збирання урожаю рослинної сировини проводять через 55–70 діб після сівби, залежно від її призначення. Це рослина довгого дня, тому у північних районах ростові процеси його прискорюються [5, 7].

Як рослина довгого дня і дуже чутлива до зміни світлового режиму в першій половині вегетації, горошок посівний за кожну годину скорочення освітлення подовжує період сходів – цвітіння на одну добу, а за тривалості світлової доби 13,0–13,5 год взагалі не формує генеративних органів.

Вирощують його у сумісних посівах із злаками для виробництва різних видів кормів. А за вдалого добору компонентів, достатньому зволоженні і забезпеченні поживними речовинами продуктивність сумішей не поступається одновидовим посівам та перевищує їх за вмістом і виходом поживних речовин [3, 4, 7].

Результати досліджень та їх обговорення. У період вегетативного росту у рослин проходить формування коренів, стебла, гілок, листків, які у житті виконують найважливіші функції такі, як живлення, дихання, водообміну, синтезу і пересування речовин в організмі. А тому спостереження за ростовими процесами рослин розпочинаються з виживаності та закінчуються формуванням фотосинтетичного апарату залежно від погодних умов та агротехнічних заходів вирощування. Як стверджує Т.Уано [8] ріст та розвиток рослин не повинен обмежуватись лише характеристикою висоти рослин.

Відомо, що для проростання насіння сільськогосподарських культур потрібні вода, тепло і повітря. Перш ніж зародок рушить в ріст, насіння вбирає в себе воду і набрякає, при цьому розривається їх оболонка і розсуються частки ґрунту, що оточують сім'я. Під впливом води і припливу повітря в насінні збільшується зміст ферментів. За їх участі нерозчинні поживні речовини, що знаходяться в насінні, переходять в легкозасвоювані, і починається нове життя.

Важливо звернути увагу на те, що для проростання насіння різних рослин потрібна неоднакова кількість води. Так, для проростання рослин з родини бобових (горох, квасоля, горошок посівний та ін.) необхідно 100% від маси насіння і більше. Вимоги різних рослин до температури, необхідної для проростання насіння, також неоднакові. Насіння рослин південного походження зазвичай має потребу для проростання у більш високій температурі, ніж ті, у яких батьківщиною є країни помірнього клімату.

Горошок посівний за біологічними особливостями росту і розвитку відноситься до холодостійких ранніх ярих бобових трав. Тому строки сівби його залежать від настання біологічного мінімуму (5°C) та досягнення фізичної стиглості ґрунту. Строки посіву горошку посівного обумовлювались погодними умовами. Наші дослідження показали, що за сівби горошку посівного у третій декаді квітня (26 квітня, ГТК 1,70) з'явлення повних сходів залежало від температурного та водно-повітряного режиму на глибині посіву насіння. Незважаючи на високий показник ГТК, але за міжфазний період сівба-сходи випало лише 0,3 мм опадів, або 2 % від багаторічної норми, що відобразилось на рівномірності сходів (табл. 1).

За ранньої весни, коли ГТК знаходилось на рівні 1,59, вже з другої декади березня спостерігалось підвищення середньодобової температури повітря, яка у середньому за місяць становила 5,6 °С, проти багаторічних показників 0,2 °С. За таких погодних умов ґрунт досяг фізичної стиглості, що дозволило вже у третій декаді березня (25 березня) провести сівбу холодостійких ярих культур, а саме горошку посівного. За раннього строку сівби тривалість періоду сівба – сходи становив 16–18 діб, що обумовлено недостатнім температурним режимом, як на глибині посіву, так і повітря, порівняно з попереднім роком.

В посушливих умовах (ГТК 0,79) тривалість періоду сівба-сходи становив 13–15 діб. Це пояснюється недостатньою сумою опадів (23 мм) на глибині посіву культури. Таким чином, в основному погодні умови були сприятливі для проростання насіння та одержання повноцінних сходів.

Таблиця 1**Календарні дати та погодні умови за період сівби – сходи горошку посівного**

ГТК за період вегетації культури	Календарні дати сівби	Повні – сходи	Кількість діб від сівби до повних сходів	Сума	
				опадів, мм	температури повітря, °С
1,70	26.04	4-6.05	9-11	0	188
1,59	25.03	10-12.04	16-18	37	117
0,79	24.04	6-8.05	13-15	31	190
Середнє	10.04	23-25.04	12-14	23	165

Завдяки продуктивним запасам вологи в ґрунті з підвищенням середньодобової температури повітря повні сходи горошку посівного в середньому отримали через 9–15 діб після сівби. Сума температури повітря за період сівби – сходи становила 117-190 °С.

Подальше проходження основних фаз росту і розвитку у горошку посівного залежали від вологозабезпечення та температурного режиму під час вегетації культури. Так, за ГТК 1,70 міжфазний період повні сходи – бутонізація наставав через 35 діб (10.06) після повних сходів. Фаза початку цвітіння була відмічена – через 43 доби та повного цвітіння через 50 діб після повних сходів, або через 15 діб після повної бутонізації. Сума опадів за період вегетації від сівби до збирання становила 149 мм (табл. 2).

Таблиця 2**Календарні дати проходження фаз росту і розвитку горошку посівного за роки проведення досліджень**

ГТК за період вегетації культури	Фази росту і розвитку				Кількість діб від сходів до збирання
	повні сходи – початок бутонізації	бутонізація – початок цвітіння	повне цвітіння	фізіологічна стиглість насіння	
1,70	8–10.06	16–18.06	23–25.06	29.06–1.07	61
1,59	25–27.05	30.05–1.06	4–6.06	8–10.06	61
0,79	26–28.05	14–16.06	22–24.06	25–27.06	53
Середнє	31.05–2.06	10–12.06	16–18.06	22–24.06	58

У горошку посівного, за показниками ГТК 1,59, тривалість періоду повні сходи – бутонізація становила 45 діб, в той час фаза початку цвітіння наставала через 49 діб та повного цвітіння через 6 діб, або на 55 добу після повних сходів.

Нами встановлено, що за підвищеної відносної вологості повітря настання фази бутонізації затримувалось на 10 діб та повного цвітіння – на 5 діб порівняно з ГТК 1,70. Це пояснюється тим, що за сприятливих умов вологозабезпечення та низьких показників середньодобової температури повітря (в межах 13,4 °С), яких недостатньо було для настання наступної фази органогенезу. А тому спостерігалось подовження тривалості міжфазного

періоду та настання позачергових фаз росту і розвитку у культури, порівняно з підвищеним температурним режимом (292 °С, ГТК 1,70).

Досліджено, що за гідротермічних умов з показниками ГТК 1,59 тривалість міжфазного періоду сходи – бутонізація становила 45 діб. А за складних погодних умов з показниками ГТК 0,79 цей період скоротився до 20 діб. Фаза повного цвітіння горошку посівного скоротилась на 8 діб, або наступила через 47 діб. Звідси можна зробити висновок, що за сприятливих умов вологозабезпечення та температурного режиму у рослин етапи органогенезу відповідають біологічним особливостям культури, порівняно з посушливим періодом вегетації.

Звідси можна зробити висновок, що формування врожаю є результатом складної взаємодії факторів середовища з рослинним організмом у процесі онтогенезу. Реакція рослин на умови вирощування відображається, насамперед, на висоті рослин. Темпи росту та розвитку рослин горошку посівного після повних сходів були повільними. Про що свідчать показники висоти рослин через 20 діб, які становили 20–23 см. Подальші ростові процеси його обумовлювались погодними умовами, що склались у період вегетації культури. За показниками гідротермічних ресурсів, тобто ГТК 1,70 у період повні сходи – галушення висота становила 53–56 см та підвищилася до 62–75 см – через 40 діб після повних сходів. Довжина стебла горошку посівного більш інтенсивно наростала за сприятливих гідротермічних ресурсів (ГТК 1,59), що становила 87–88 см на мінеральному фоні живлення. Проте за посушливих умов (ГТК 0,79) вона досягала лише 28–40 см незалежно від рівня удобрення. Відмічено повільний приріст рослин горошку посівного у висоту на контролі, що знаходився у межах 5–9 і 8–14 см за внесення мінеральних добрив. У середньому висота рослин горошку посівного на удобреному фоні у фазі повного цвітіння–фізіологічної стиглості насіння в нижньому ярусі становила 110–112см, що на 4–6 см вище одновидового способу сівби (табл.3).

Таблиця 3

Динаміка наростання висоти рослин горошку посівного залежно від удобрення та норм висіву, см

Суміші, норма висівукомпонентів, %	Дози добрив	Фази росту і розвитку*		
		1	2	3
Горошок посівний, 100	Без добрив	37±4,1	57±4,4	94±5,7
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	44±5,1	67±5,3	106±7,0
Тритикале яре, 50+ горошок посівний, 50	Без добрив	35±4,2	65±4,9	97±5,5
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	45±3,4	73±3,6	110±6,2
Тритикале яре, 60 + горошок посівний, 50	Без добрив	37±3,4	67±4,0	99±4,8
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	45±5,3	76±6,2	111±4,5
Тритикале яре, 75 + горошок посівний, 25	Без добрив	38±3,2	69±3,9	100±3,5
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	47±4,3	77±5,8	112±3,0
Тритикале яре, 75 + горошок посівний, 50	Без добрив	40±3,5	70±5,0	102±6,6
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	47±4,2	78±5,2	112±4,5

Примітка: *1 – галушення–початок бутонізації; 2 – повна бутонізація – початок цвітіння; 3 – повне цвітіння–фізіологічна стиглість насіння в нижньому ярусі.

Таким чином, спостереження за ростом і розвитком рослин горошку посівного показали, що найбільш інтенсивний приріст рослин відмічено лише з настанням фази галуження. Згідно біологічних особливостей, у горошку посівного за недостатнього вологозабезпечення в критичний період вегетації (фаза бутонізації) спостерігається припинення ростових процесів, тобто рослини входять у глибокий спокій. Продовження їх відновлюється після випадіння атмосферних опадів.

Слід також відзначити, що за вирощування його в змішаних посівах для отримання рослинної сировини, ростові процеси обумовлюються рівнем мінерального живлення і нормою висіву компонентів у фітоценозі.

В цілому доцільно відмітити, що строки збирання травосумішок на кормові цілі корегувалися гідротермічними ресурсами. Якщо за показників ГТК 1,59 агрофітоценози з горошком посівним укісної стиглості досягали через 61 добу після повних сходів, в той час як за ГТК 0,79 – через 53 доби. За нашими дослідженнями встановлено, що для настання укісної стиглості травосумішок, сума позитивних температур необхідна в середньому складала 875 °С та суми атмосферних опадів на рівні 70 мм під час періоду їх вегетації.

Окрім погодних умов на тривалість міжфазних періодів горошку посівного в значній мірі впливає рівень мінерального живлення. Вченими доведено, що за використання помірних або високих доз мінеральних добрив тривалість міжфазного періоду змінюється на декілька діб [6].

Висновки. Таким чином, встановлено реакцію рослин на зміну погодних умов, шляхом подовження або скорочення тривалості міжфазних періодів. Так, за сприятливих гідротермічних ресурсів тривалість вегетації культури від повних сходів до фізіологічної стиглості насіння становила 61 добу, тоді як за посушливих умов на 8 діб була коротшою.

За біологічними особливостями росту і розвитку рослин горошок посівний доцільно вирощувати у травосумішках із злаковим компонентом. Наприклад, з тритикале ярим, що дає можливість їх збирати для заготівлі різних видів кормів (зелена, маса, силос та сіно).

Для заготівлі силосу із пров'ялених трав травосумішки доцільно збирати, коли тритикале яре знаходиться у фазі молочної стиглості, а горошок посівний – у фазі фізіологічної стиглості насіння у нижньому ярусі [2].

Список використаної літератури

1. Бурак І.О. Створення нових сортів ярої вики зерно-кормового напрямку. Тернопільський інститут АПВ НААН. *Інтернет-конференції*. 15-16 березня 2012 р.
2. Гетман Н.Я., Курнаєв О.М., Опанасенко Г.В., Виговська І.О., Ксенчіна О.М. Якість та поживність корму із бобово-злакових сумішей однорічних культур. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 76. С. 121–126.
3. Гетман Н.Я., Чернецька С.Г. Агротехнологічні основи формування продуктивності тритикале ярого в умовах Лісостепу правобережного. *Посібник Українського хлібороба*. 2015. №1. С.71–73.

4. Гетман Н.Я., Чернецька С.Г. Продуктивність сумішей тритикале ярого з горошком посівним залежно від рівня удобрення та норм висіву в умовах Лісостепу Правобережного. *Науково-практичний журнал: Збалансоване природокористування*. 2016. №2. С.39–42.

5. Лехман О.В. Вплив погодних умов на ріст і розвиток рослин вівса та бобових культур в сумісних посівах. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених*. «Актуальні питання ведення землеробства в умовах змін клімату». 24 квітня 2015 р. Херсон. 2015. С. 92–94.

6. Мойсієнко В.В. Рослинні білковмісні корми Полісся. *Тваринництво України*. 2007. № 11. С. 31–33.

7. Чернецька С.Г. Особливості росту і розвитку вики ярої в сумісних посівах з тритикале залежно від способів сівби. *Тези доповідей VII міжнародної конференції «Кормовиробництво в умовах глобальних економічних відносин та прогнозованих змін клімату»*. 24–25 вересня 2013 р. Вінниця: Діло. 2013. С. 41–42.

8. Yano T., Koriyama M., Haraghuchi T., Auclin M. Simulation of crop productivity for evaluating climate change effects. *ICCAP Final Report*. 2008. №5. P. 65–68.

Богдан ТРУБИЦЬКИЙ²³,

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

ОЦІНКА ЯКОСТІ НУТУ

Анотація. Нут (*Cicer arietinum* L.) є однією з важливих рослин у харчуванні. У нашій країні продовжуються дослідження врожайності та якості нуту, який має найвищу виробничу цінність серед їстівних зернобобових культур. Що стосується якості, певні очікування споживачів, такі як вміст білка, час приготування та співвідношення оболонки насіння, домінують у покращенні якості. У цій статті здійснено оцінку якості нуту.

Annotation. Chickpea (*Cicer arietinum* L.) is one of the important plants in food. Research into the yield and quality of chickpea, which has the highest production value among edible legumes, continues in our country. Regarding quality, certain consumer expectations such as protein content, cooking time, and seed coat ratio dominate quality improvement. This article evaluates the quality of chickpeas.

Вступ. Якість нуту відіграє важливу роль для фермерів, переробників, споживачів та інших зацікавлених сторін. На сьогоднішній день процедури оцінки показників якості нуту є суб'єктивними та деструктивними.

²³Науковий керівник: Панцирева Г.В., доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства ВНАУ.

Варто зазначити, що якість нуту для комерціалізації, така як його харчові властивості (вуглеводи, білки, зола, жири), колір і консистенція, впливають на зберігання та прийнятність споживача. Існує два типи нуту: Дезі, призначений для корму, і Кабулі, призначений для споживання людиною. Споживання бобових нуту Кабулі приносить користь здоров'ю людини завдяки поживним факторам як хорошого джерела білків, мінералів, вітамінів і біологічно активних сполук. Однак останнім часом біологічно активні сполуки, такі як фенольні сполуки, зайняли важливу роль у харчових продуктах завдяки перевагам запобігання дегенеративним захворюванням, які є похідними від їх антиоксидантної здатності. На жаль, ці типи сполук чутливі до деградації через присутність кисню під час зберігання. Альтернативою для цього є використання контрольованої атмосфери. Він складається з методу зберігання, в якому регулюються концентрації кисню, вуглекислого газу та азоту. Ця технологія є більш природною, недорогою альтернативою, зручною у використанні та екологічною. Ефективність контрольованої атмосфери в продуктах харчування була з'ясована в кількох дослідженнях. Однак мало досліджень проводиться на бобових, особливо на вареному нуті.

Виклад основного матеріалу. Як відомо, нут є другою за величиною культивованою бобовою культурою у світі і доступний у вигляді дрібнонасінного дезі і кабулі. Нут обробляють різними способами, наприклад, роздуванням, обсмажуванням, розрізанням, смаженням, консервуванням і відварюванням.

Слід звернути увагу на технологічну якість нуту. Процес гідратації бобових є важливим, оскільки він виконує декілька функцій: а) скорочує час приготування; б) дозволяє ініціювати ферментативну активність, що робить їх більш засвоюваними; в) необхідно розм'якшити їх, щоб потім їх можна було легко приготувати та з'їсти.

Серед різноманітних характеристик високоякісного нуту колір є одним із найважливіших, оскільки він впливає на вибір нових, покращених сортів нуту в дослідницьких експериментальних центрах, а також на ціну на міжнародному ринку. Варто врахувати те, що для того, аби запобігти зниженню сорту, важливим є правильне зберігання нуту. Слід пам'ятати, що поводитися з нутом треба обережно, використовуючи конвеєр замість шнека, якщо це можливо, оскільки нут легко ламається.

Необхідно врахувати той вагомий чинник, що чим довше зберігається нут, тим більше він темніє і погіршується його якість. Відповідно це погіршення проявляється в тому випадку, якщо вміст вологи, вологість і температура насіння високі, тому, якщо аграрії розглядають довгострокове зберігання до 12 місяців, то зниження температури зберігання та аерація насіння може допомогти зберегти його якість.

Важливо врахувати той чинник, що потрібне регулярне зондування бункера та моніторинг. Важливо бути обережним із посівами бур'янів або зеленими матеріалами з самовільних культур, бо вони можуть спричинити нагрівання, якщо агроном не може забезпечити належний потік повітря через бункер [3].

Як відомо, нут часто дихає або потіє після зберігання. Необхідно особливо ретельно стежити за зерном у бункері на предмет накопичення вологи, а також треба слідкувати за температурним режимом та наявності комах.

Для великого сорту нуту кабулі слід часто перевіряти рівень вологи, тому що тестування насіння в сухому вигляді іноді може приховати насіння з вищим рівнем вологи всередині зернової маси.

Потрібно відзначити, що на сьогоднішній день доступні різні ручні та автоматизовані системи, які допомагають відстежувати стан насіння.

Якщо бобові потребують обробки, то їх слід переміщати якомога менше та поводитися обережно з тією метою, щоб зменшити сколювання та розщеплення. Для цього слід використовувати стрічкові конвеєри замість шнеків. Якщо аграрії використовують шнек, то треба запустити шнек на повну потужність і при цьому це має проводитися на знижених обертах. Для цього варто використовувати драбини на обладнанні для того, щоб мінімізувати падіння насіння з висоти більше ніж кілька футів.

Висушування або аерацію до 14% вологи слід проводити поступово.

Відомо, що насіння нуту стає крихким, якщо вологість насіння падає нижче 13%, тому подбайте про те, щоб вологість насіння залишалася вище цієї цифри.

Якщо температуру насіння необхідно знизити на 5°C і більше, сушіння має відбуватися в два етапи. За допомогою сушарки з гарячим повітрям насіння слід висушити до 2% кінцевої вологості, а потім загартувати в аераційному бункері протягом щонайменше 6 годин.

Після цього їх слід охолодити до зовнішньої сезонної температури. Повільність цього процесу запобігає розтріскуванню зерна [4].

Для оцінки фізіологічної якості насіння використовують багато методів. Тест на схожість повсюдно використовується в програмах контролю якості, хоча у своїй звичайній формі він не надає інформації щодо міцності насіння. Крім того, залежно від досліджуваної рослини, отримання результатів може зайняти значний проміжок часу – у кількох культивованих видів, включаючи нут, цей тест займає більше 7 днів.

Зважаючи на це, тетразолієвий тест є цікавою альтернативою для оцінки фізіологічного потенціалу насіння, перевагами якого є швидкість і детальний аналіз як життєздатності, так і сили. Загалом його можна укласти менш ніж за 24 години, а також дає змогу визначити наявність, локалізацію та характер можливих пошкоджень у насінні. Такий більш повний аналіз не забезпечує стандартний тест на схожість.

У тесті з тетразолієм ферменти дегідрогенази діють на клітинне дихання, утворюючи червону, стабільну, недифузійну речовину. Ця сполука, яка називається трифенілформазан, утворюється в результаті гідрування 2, 3, 5 – трифенілтетразолій хлориду. В результаті цієї реакції живі частини насіння забарвлюються в червоний колір, а мертві зберігають первісний колір, що дозволяє розрізнити тканини за їх станом.

Для проведення тесту з тетразолієм необхідно визначити параметри попереднього кондиціонування, такі як температура та тривалість просочення, концентрація розчину 2, 3, 5-трифенілтетразолію хлориду та спосіб впливу насіння на забарвлення. У Правилах перевірки насіння немає спеціальної

методології, яка б рекомендувала тест на тетразолій для нуту. Однак варто проводити імбібіцію насіння нуту при 30 °С протягом 18 годин. Після цього їх слід витримати в 1% розчині тетразолію при 30 °С протягом 6–24 годин [7].

Для тесту на тетразолій було застосовано партії, параметри попереднього кондиціонування насіння та концентрація розчину тетразолію відповідно. У цьому випадку використовували чотири повтори по 25 насінин на одну обробку.

Першу партію склали насіння сорту BRS Алеппо С1; друге за сортом БРС Алеппо базовий і третя партія сорту Сісего. Насіння кожної партії було піддано трьом налаштуванням попереднього кондиціонування, а саме: 1) просочення при 41 °С протягом 4 годин; 2) імбібіція при 41 °С протягом 6 годин; 3) імбібіція при 30 °С протягом 18 годин. Після цього з насіння видаляли тегумент і витримували 0,1% або 0,5% розчини 2, 3, 5-трифенілтетразолій хлориду при 30 °С протягом 6 годин. Параметри концентрації тетразолію, тривалості і температури просочування визначали на основі рекомендацій, наданих для насіння нуту, відповідно Правил перевірки насіння та Посібника з поводження з насінням [5].

Насіння попередньо кондиціонували на папері Germitest, змоченому дистильованою водою у 2,5 рази від його ваги. Оцінки проводили індивідуально, спочатку поздовжнім розрізом насіння та відділенням сім'ядолей. Потім зовнішню та внутрішню частини перевіряли на наявність пошкоджень за допомогою стереоскопічного мікроскопа. Розташування, глибина та поширення кожного пошкодження були вирішальними для читання результатів.

Інформація, зібрана з кожного насіння, дозволила відсортувати їх на класи відповідно до життєздатності та сили. Класифікація проходила наступним чином:

I клас – життєздатне та сильноросле насіння (без пошкоджень);

II клас – життєздатне та сильноросле насіння (з поверхневими пошкодженнями);

III клас – життєздатне та несильне насіння;

IV клас – нежиттєздатне насіння [6].

Випробування на схожість проводили в камері БПК при постійній температурі 20 °С. В якості підкладки використовували рулони паперу Germitest. Оцінки проводили на п'яту та восьму добу після тестової установки, коли враховували відсоток нормальних сходів. Було виконано чотири повтори по 25 насінин на партію.

Висновок. Отже, інтенсивне забарвлення насіння нуту під дією 0,5% розчину тетразолію перешкоджає диференціації типів ушкоджень.

Умови просочення 41 °С протягом 4 або 6 годин і 30 °С протягом 18 годин дозволяють візуалізувати пошкодження насіння нуту, коли їх занурюють у 0,1% розчин тетразолію. Попереднє кондиціонування насіння нуту на папері Germitest ускладнює видалення оболонки для наступного процесу фарбування. Рішенням може бути занурення їх у воду всередині пластикових ящиків (гербоксів).

Ринкові канали для нуту стають дедалі різноманітнішими, дедалі більше харчових брендів використовують нут як інгредієнт. Однак зміна обсягів виробництва та рішення продати або зберігати наявний урожай роблять експортні ціни нестабільними. Щоб конкурувати з сильними постачальниками,

потрібен високий рівень гнучкості та комерційної потужності та наявності якісного зерна та сировини.

Список використаної літератури

1. Мазур В.А., Панцирева Г.В., Мордванюк М.О., Затолочний О.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на польову схожість та виживаність нуту в умовах правобережного Лісостепу України. Сільське господарство та лісництво. 2021. № 3 (22). С. 5-13.

2. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В., Мордванюк М.О. Симбіотична діяльність рослин нуту залежно від технологічних прийомів вирощування. Корми і кормовиробництво. 2021. Вип. 92. С. 62-71.

3. Петриченко В.Ф. Інтенсифікація виробництва кормового зерна в Україні: Наукове обґрунтування інтенсифікації виробництва зерна в Україні: виступи науковців на засіданні Президії Національної академії аграрних наук України 27 липня 2011 р. К.: Аграрна наука, 2011. С. 127-133.

4. Puyy V., Bakhmat M., Pansyreva H., Khmelianchyshyn Y., Stepanchenko V., Bakhmat O. Social-and-Ecological Aspectsof For age Production Reformin Ukrainein the Early 21st Century. European Journalof Sustainable Development 2021. 10 (1). P. 221–228.

5. Mazur V., Tkachuk O., Pansyreva H., KupchukI., Mordvaniuk M., Chynchyk O. Ecological suitability typeas (*Pisum sativum*) varieties toclimate change in Ukraine. Agraarteadus. 2021. Vol. 32, No 2. P. 276-283.

6. Камінський В.Ф. Значення зернових бобових культур та напрямки їх виробництва. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Селекція та насінництво. 2005. Вип. 90. С. 14-22.

7. Grain: World Marketsand Trade. URL: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/grain.pdf>.

8. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Мазур О.В., Паламарчук О.Д. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця: ВНАУ, 2017. 334 с.

Аліна ЯКОВЕЦЬ²⁴,
студентка 5-го курсу,
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

Анотація. У статті наведено результати досліджень щодо використання сучасних біологічних препаратів та їх вплив на ріст і розвиток рослини сої. Використання біопрепарату Андеріз та його характеристика. Аналіз динаміки площі листової поверхні сої залежно від обробки насіння, а також передпосівний обробіток насіння, та його вплив на врожайність сої.

Ключові слова: соя, біопрепарати, Андеріз, урожайність, насіння.

Annotation. The article presents the results of research on the use of modern biological preparations and their influence on the growth and development of the soybean plant. The use of biological preparation Anderiz and its characteristics. Analysis of the dynamics of soybean leaf surface area depending on seed treatment, as well as pre-sowing seed treatment, and its effect on soybean yield.

Key words: soybean, biological preparations, Anderiz, productivity, seeds.

Вступ. Біологічний метод захисту рослин у сільському господарстві є складовою частиною інтегрованої системи захисту сільськогосподарських культур і елементом технології вирощування екологічно чистої продукції. В окремих випадках він є альтернативою хімічним засобам. Базується він на застосуванні мікроорганізмів чи продуктів їх життєдіяльності, ентомофагів і використанні природної ентомофауни для зменшення негативного впливу мінеральних добрив. Правильне застосування природних компонентів дозволяє значно скоротити, а в деяких випадках повністю відмовитися від застосування пестицидів.

Виклад основного матеріалу. Альтернативою застосуванню мінеральних добрив та пестицидів є впровадження біологічних препаратів у технології вирощування зернобобових культур, а саме сої, яка сприяє нагромадженню азоту, поліпшенню структури й родючості ґрунту.

Важливим елементом у технології вирощування сої є захист від бактеріальних і грибкових збудників хвороб та шкідників, які за сприятливих умов можуть спричинити втрати врожаю до 35%, знизити якісні та посівні показники насіння.

Найбільшу частку серед біологічних препаратів, внесених до «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» становлять такі:

²⁴Науковий керівник: Циганський В. І., канд. с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва та садівництва.

- біопрепарати для засвоювання, зв'язування та фіксації атмосферного азоту – 40;
- для підвищення врожайності зареєстровано 33 біопрепарати;
- для нормалізації мікрофлори та пришвидшення розкладання поживних решток, поліпшення розпушуваності, вологомісткості та повітряної проникності ґрунту, збільшення кількості корисної ґрунтової мікрофлори та зменшення шкідливих організмів – 7 комплексних біопрепаратів;
- для захисту сої від шкідників додано 2 біопрепарати та 2 від хвороб.

Андеріс – біопрепарат для інокуляції насіння сої та інших бобових культур. До складу препарату входять життєздатні клітини бульбочкових бактерій, які мають унікальну симбіотичну спорідненість до бобових культур *Bradyrhizobium japonicum* та фосформобілізуючий гриб *Penicillium bilaii*.

Основні переваги біоінокулянту:

Фіксує атмосферний азот (в умовах симбіозу з бобовими культурами) та перетворює його у доступну форму, покращує азотний режим ґрунту для наступних культур;

Перетворює ґрунтові фосфати в легкозасвоювані для рослин форми, що покращує фосфорне живлення;

Синтезує рістстимулюючі речовини (вітаміни, фітогормони тощо), що підвищують системну стійкість до несприятливих умов та фітопатогенів; Сприяє інтенсивності фотосинтезу, розвитку потужної кореневої системи;

Розкриває генетичний потенціал урожайності сортів, яий зростає на 10–25 %, а також підвищує вміст білка, жирів та вітамінів групи В.

Як відомо, листя відіграє важливу роль у процесах надходження та перетворення сонячної енергії у рослині (фотосинтезі). Важливим показником фотосинтетичної діяльності посіву є площа листової поверхні, що істотно впливає на формування біомаси і відповідно врожаю сої та інших сільськогосподарських культур.

Максимальна площа листової поверхні сої у сорту Діадема Поділля – 41,2 тис. м²/га, формувалась у фазі наливу насіння на варіанті інокуляції у поєднанні з обробкою насіння протруйником Максим XL та біологічним препаратом Мікофренд, яка була на 13,0 тис. м²/га більшою в порівнянні з контролем табл 1.

Таблиця 1

Динаміка площі листової поверхні сої залежно від обробки насіння, тис. м²/га (2023 р.)

Спосіб передпосівної обробки насіння	Фаза росту і розвитку рослин				
	3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	наливання насіння	початок фізіологічної стиглості
Андеріс (контроль)	6,2	18,5	26,7	28,2	17,8
Андеріс + Мікофренд	8,5	22,8	34,0	37,0	21,3
Андеріс + Максим XL	7,3	22,4	30,8	32,7	20,1
Андеріс + Мікофренд + Максим XL	9,3	26,2	37,2	41,2	25,9

Інокуляція насіння Андерісом сумісно з біологічним препаратом Мікофренд забезпечує більш сприятливі умови для формування асиміляційної

поверхні посівів у порівнянні з передпосівною обробкою Андерізом та протруйником Максим XL.

Так, при обробці насіння Андерізом і біологічним препаратом Мікофренд площа листової поверхні сої у фазі максимального наростання сягала 37,0 тис. м²/га, тоді як при обробці насіння Андерізом і протруйником Максим XL цей показник був на рівні відповідно – 32,7 тис. м²/га. В подальшому площа листової поверхні рослин сої зменшувалася (табл 2.).

У результаті проведених досліджень виявлено, що до фази третього трійчастого листка висота рослин сої не змінювалась залежно від обробки насіння, проте починаючи з початку цвітіння різниця у висоті між варіантами збільшувалась і в подальші фази була суттєвою.

Максимальна висота рослин сої 104,4 см, формувалась при її вирощуванні за моделлю технології із застосуванням інокуляції та передпосівної обробки насіння протруйником Максим XL і біологічним препаратом Мікофренд. За цих умов зафіксовані і максимальні середньодобові прирости які, становили 0,86 см/добу.

Таблиця 2

Динаміка висоти рослин сої залежно від обробки насіння, см (2023 р.)

Спосіб передпосівної обробки насіння	Фаза росту і розвитку рослин					Середньодобовий лінійний приріст, см/добу
	3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	наливання насіння	повна стиглість	
Андеріз (контроль)	15,9	40,6	71,5	85	93	0,80
Андеріз + Мікофренд	17,7	43,9	69,8	94,5	101,2	0,85
Андеріз + Максим XL	16,6	42,2	75,2	89,7	98,9	0,84
Андеріз + Мікофренд + Максим XL	18,1	45,8	78,4	98,4	104,4	0,86

Проведені нами дослідження свідчать про те, що урожайність насіння сої в значній мірі залежить від чинників, які були поставлені на вивчення. Урожайність насіння коливалася в межах 2,50–2,96 т/га залежно досліджуваних факторів, кожний з яких по-різному впливав на формування урожайності сої (табл 3).

Таблиця 3

Урожайність сої залежно від способу передпосівної обробки насіння, т/га (2023 р.)

Спосіб передпосівної обробки насіння	Урожайність, т/га	Приріст	
		т/га	%
Андеріз (контроль)	2,50	-	-
Андеріз + Мікофренд	2,80	0,30	12
Андеріз + Максим XL	2,73	0,23	9,2
Андеріз + Мікофренд + Максим XL	2,96	0,46	18,4

Таким чином, найвища урожайність насіння сої була отримана на варіантах досліді, де проводили передпосівну обробку насіння Андерізом у поєднанні з протруйником Максим XL та мікоризоформуєчим препаратом Мікофренд, і становила 2,96 т/га, при цьому приріст урожайності становив відповідно – 18,4% .

Висновки. Отже, провівши досліди, ми довели, що вирощування насіння сої потребує застосування біопрепаратів для передпосівної обробки ґрунту і насіння, а також у процесі росту й розвитку культури. На сьогодні вирощування якісної сільськогосподарської продукції є головним пріоритетом, тому використання біопрепаратів дає змогу досягнути даної цілі. Та в даній статті ми довели, що спосіб передпосівної обробки насіння біопрепаратами Андеріз + Мікофренд + Максим XL, дає максимальну врожайність, та значний приріст до контролю.

Список використаної літератури

1. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І.М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. Вінниця ВНАУ. 2020. 276 с.
2. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Паламарчук О.Д. Новітні агротехнології у рослинництві. Підручник. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2017. 590 с
3. Дідур І.М., Циганський В.І. Формування фотосинтетичної продуктивності посівів сої за біологізованої системи живлення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 3 (30). С. 44-56.
4. Бабич А. О. Агроекологічні і біоорганічні заходи адаптивної технології вирощування сої: рекомендації. Кам'янець-Подільський: ПП Зволейко Д. Г. 2011. 60 с.
5. Дідур І.М. Вплив обробки насіння та позакореневих підживлень на формування продуктивності рослин сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: «Агрономія і біологія»*. 2023. Вип. 1 (51).

НАПРЯМ

2

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЇ, ЛІСОВОГО ТА САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА



Анастасія БЕВЗ¹,
студентка 2 курсу,
факультету екології, лісівництва та садово-
паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ГЕОЛОГІЧНІ ПАМ'ЯТКИ ПРИРОДИ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ ЯК ОБ'ЄКТИ ГЕОТУРИЗМУ

Анотація. У статті визначено поняття геологічна пам'ятка природи. Проведено аналіз сучасного стану природоохоронних геологічних пам'яток природи Вінницької області. Встановлено ландшафтно-екологічну придатність геологічних пам'яток для розвитку геотуризму. Визначено критерії оцінки, серед яких: унікальність, рідкісність, морфометричні характеристики, екологічний стан, наявність офіційного природоохоронного статусу, естетична цінність. Розроблено паспорт геологічної пам'ятки природи загальнодержавного значення «Гайдамацький яр». Створено web-інтерактивну карту «Геологічні пам'ятки Вінницької області, віднесені до природно-заповідного фонду». Запропоновано заходи для збереження, охорони і раціонального використання геологічних пам'яток природи Вінницької області, зокрема для геотуризму.

Ключові слова: геоспадицина, геосайт, геопарк, туризм, Вінниччина.

Annotation. The article defines the concept of a geological monument of nature. An analysis of the current state of environmental geological natural monuments of the Vinnytsia region was carried out. The landscape and ecological suitability of geological monuments for the development of geotourism has been established. The evaluation criteria has been defined including: uniqueness, rarity, morphometric characteristics, ecological condition, availability of official nature conservation status, aesthetic value. The passport of the geological natural

¹Науковий керівник: доцент кафедри екології та ОНС Галина Мудрак.

monument of national importance «Haidamatsky Gorge» has been developed. A web-interactive map "Geological monuments of the Vinnytsia region classified as a nature reserve fund" was created. Measures for the preservation, protection and rational use of geological natural monuments of the Vinnytsia region, in particular for geotourism, are proposed.

Key words: *geoheritage, geosite, geopark, tourism, Vinnytsia region.*

Вступ. Геологічна інформація – невід’ємна складова географічної (природничої) освіти, яка є однією з важливих умов сталого розвитку туристичної індустрії. Природнича освіта формує світогляд людини, сприяє адекватному сприйняттю природних процесів, допомагає людині визначити її місце та значимість у природному середовищі, формує загальну екологічну культуру. Географічна освіта неможлива без вивчення основ геологічної будови–науки про планету Земля, про її історію, структури, процеси, що відбуваються в її тілі, що впливає на екологічний стан довкілля окремих регіонів та загалом планети. Картина світу, що формується в людському розумінні, повинна бути повною і цілісною, включати розуміння як наземної, так і підземної природи.

Наразі геотуризм попри свою новизну користується в світі все більшою популярністю. Це специфічний вид надкористування, при якому ресурси залишаються недоторканими – використовуються тільки їхні естетичні, пізнавальні (навчальні), екологічні, наукові і культурні якості, як складова національного, культурного, природничого та історичного надбання.

Збереження цінних та рідкісних об’єктів живої і не живої природи має таку ж давню історію, як і історія людства. А однією з найважливіших складових природного середовища є геологічне середовище та рельєф. За підрахунками фахівців-геологів [5, 8, 9], в Україні зареєстровано понад 500 унікальних феноменів неживої природи, але існують і десятки незареєстрованих, однак не менш важливих об’єктів. Тож основними завданнями, що стоять перед науковцями географами та геологами є інвентаризація, природоохоронна оцінка і розробка рекомендацій щодо охорони пам’яток неживої природи та їхнього природно-пізнавального, рекреаційного й екоосвітнього використання. Важливою передумовою цього є розробка методичних аспектів інвентаризації (картографічної паспортизації) та уніфікованих критеріїв їхнього оцінювання, наукове обґрунтування раціонального використання пам’яток у різних регіонах країни [4].

Цілеспрямоване вивчення та облік геологічних пам’яток – порівняно новий напрям геологічних досліджень. Але в Україні давно ведеться активна діяльність з вивчення та збереження геологічної спадщини, що дає свої плоди. Сьогодні на порядку денному стоїть питання обґрунтування і створення в Україні геопарків та включення їх до Європейської мережі геопарків [12].

Мета статті: охарактеризувати геологічні пам’ятки природи Вінницької області як об’єкти геотуризму, оцінити їх сучасний стан і на основі

цьогозапропонувати заходи щодо збереження, охорони та раціонального використання.

Виклад основного матеріалу. Геологічні пам'ятки – це унікальні об'єкти природного походження, що найбільш повно і наочно для певної місцевості характеризують перебіг геологічних процесів та їхні результати, мають наукову цінність і доступність для безпосереднього спостереження і дослідження.

Вінницька область як і загалом Україна – це територія з неймовірним потенціалом мінеральних ресурсів, різноманіттям природних умов з інтенсивним використанням корисних копалин. У порівнянні з іншими країнами Європи, у нас залишилося мало геологічних об'єктів, що мають статус геологічних пам'яток природи, а геоморфологічних – у рази менше. Але вони є, багато з них унікальні, чекають на увагу та особливе ставлення. Відповідно з вказаною тенденцією у країнах не тільки Європи, але й світу, формувалася стратегія збереження біорізноманіття при замовчуванні або небажанні визнаннянеобхідності збереження георізноманіття [7].

Наразі існуютьрізні класифікації пам'яток неживої природи (передусім геологічних і геоморфологічних), які ґрунтуються на різних принципах – предметному (змістовному), генетичному, за розмірами, за науково-пізнавальною значимістю тощо. Однак можна виокремити три основні класи пам'яток неживої природи: геологічні, геоморфологічні та гідрологічні [4, 12].

Серед геологічних пам'яток природи (ГПП) виділяють:

1) за характером розкриття – природні, техногенні, природно-техногенні;

2) за походженням – магматичні, тектонічні, осадові, вулканічні, космогенні та ін.;

3) за предметом пізнання – стратиграфічні (стратотипи, розрізи), петрографічні (відслонення, масиви порід), мінералогічні (місцезнаходження рідкісних мінералів), палеонтологічні (унікальні місцезнаходження скам'янілостей, відбитків, слідів життєдіяльності біоти), тектонічні (форми структур, тектонічних порушень), геоморфологічні (скелі, каньйони, кручі, печери, вулканічні конуси, метеоритні западини), гідрологічні (джерела мінеральні, гейзери, терми) та ін.;

4) за екологічним станом – чисті, забруднені [1, 5].

Термін «геотуризм» (англ. *geotourism*) вперше вжив британський вчений Томас Хосе і визначив його як певний спосіб дії: надання такого освітнього забезпечення і послуг, щодо крім отримання звичайних естетичних вражень, уможливити туристам розуміння геології і геоморфології місця (включаючи його роль у розвитку наук про Землю). Вчений підкреслював різницю між спрямованим на відпочинок і психофізичну регенерацію природничим туризмом і кваліфікованим туризмом–пізнавальним (краєзнавчим), елементом якого є поглиблення знань про природні ресурси.

Термін «геотуризм» («географічний туризм») часто застосовують для означення «туризму, що підтримує чи під вищує географічний характер місцевості – її довілля, спадщини, естетики, культури і добробуту її

мешканців», введеного у 2002 р. Асоціацією туристичної індустрії Америки (Travel Industry Association of America) та журналом National Geographic Traveler. У цьому випадку «геотуризм» має загальногеографічний характер і має всі ознаки сталого (зрівноваженого) туризму.

Оскільки Т.Хосе застосував цей термін значно раніше (ще у 1995), вважаємо правомірним дотримуватися його та інших дослідників точки зору, яка має геологічне підґрунтя та визначає його як «геологічний туризм» у широкому розумінні. Дослідження Т. Хосе продовжили і розвинули відомі австралійські дослідники геотуризму Девід Ньюсом і Рос Давлінг. Опіраючись на попередні дослідження, польський дослідник Пьотр Мігонь зазначив, що у цьому випадку «гео» стосується «геології, геоморфології природних рис ландшафту форм рельєфу території, скам'янілостей, порід і мінералів, закцентом на виявлення і розуміння процесів, які формували і формують зараз ці елементи середовища».

Польські автори Тадеуш Сломка і Аліція Кісієська-Свідзерська більше акцентували на освітніх і емоційних аспектах, пов'язаних з оглядом геологічних і геоморфологічних об'єктів та процесів. Геотуризм – це вид пізнавального туризму, що ґрунтується на вивченні геологічних (геоморфологічних) об'єктів і процесів, а також отриманні від контакту з ними естетичних вражень [11].

У науковому світі однією із перших, хто поєднав геологічне різноманіття і туризм, стала Мьюрей Грейв, яка в своєму дослідженні «Георізноманіття: оцінка та збереження абіотичної природи» доводить, що ці два поняття чітко переплітаються одне з одним [17].

Геотуризм – це вид туризму, який підтверджує унікальність географічного місця – оточення, спадщини, естетики, культури, рельєфної особливості території та унікальності місцевого населення. Геотуризм – видподорожі, спрямований на збереження природи, культурної спадщини, традицій, вивчення історії, географії, розвиток патріотичних почуттів, популяризацію неповторності тієї чи іншої території, залучення інвестицій. Таким чином, даний вид туризму спрямований на пізнання подорожуючими особливостей певної території її природну, культурну чи історичну спадщину [14].

Об'єктами геотуризму у першу чергу є геологічні і геоморфологічні утворення, а також природні ресурси ландшафту. У геотуризмі можна виділити кілька складових : природні (форми, процеси) і антропогенні (туризм). Надумку R.K. Dowling та D. Newsome [14] сюди входять такі природні утворення як: ландшафти, рельєф, геологічні структури, гірські породи, палеонтологічні утворення. Вони часто представлені вулканічними формами, карстовими чи скельними утвореннями, мінералами.

Геотуризм є особливим видом туризму, який поєднує в собі, найпопулярніші, на сьогоднішній день, види подорожей. Кожен з цих видів вносить щось унікальне, те, що і створює унікальність самого геотуризму. Саме тому, в геотуризмі існують різноманітні напрямки, які визначаються на основі

вподобань туристів та формуються завдяки природним, культурним, людським та іншим ресурсам [13].

Найактивніше науково-прикладні аспекти геотуризму розвиваються у низці європейських країн (Німеччина, Великобританія, Італія, Польща), а також Австралії, США та в азійських країнах (у першочергу в Китаї). Прикладі аспекти геотуризму знайшли відображення у новій формі охорони і туристичного використання геоспадщини – геопарках [14, 17].

Спостерігається ще ціла низка різних проблемних питань щодо збереження, охорони і збалансованого використання геологічних пам'яток природи в межах України, системи формування геопарків та їх функціонування.

Вивчення геологічних пам'яток виконують різні підприємства Держгеонадра, низка проєктів подібного спрямування діє в інститутах НАН України. Зокрема, створення, супровід, перманентний аналіз і поповнення бази даних ГПП України стали однією з головних складових робіт, які виконують в Українському державному геологорозвідувальному інституті (УкрДГРІ) у рамках тематики зі збереження геологічної спадщини нашої країни.

Для того, щоб формалізувати і привести до єдиного знаменника дані про кожний об'єкт, що є геологічною пам'яткою (або може увійти до геологічного літопису країни), дослідники склали загальну (уніфіковану) схему опису об'єктів геологічної спадщини України. Усі об'єкти описано з урахуванням певної форми, що відповідає загальноприйнятим міжнародним стандартам, класифіковані та відображені на електронних картах із застосуванням ГІС-технологій.

На сьогодні дослідження з оцінки ГПП стосуються каталогізації, інвентаризації та створення комп'ютерної бази даних. Але найбільш важливою і актуальною залишається проблема охорони і збереження, оскільки, на відміну від пам'яток живої природи, геологічні об'єкти не можуть бути відновленими. Деякі з відомих пам'яток природи нині перебувають у незадовільному стані. Руйнуються скелі, відслонення, розтаскуються натічні форми в печерах, на утворення яких пішли багато тисячоліть. Як наслідок, унікальні природні об'єкти втрачають первозданну красу й наукову цінність, а деякі зникають зовсім [2].

У 1995 р. Міжнародний союз з геологічних наук (IUGS) (за підтримки ЮНЕСКО) висунув проєкт для проведення глобальної інвентаризації та складання відповідної бази даних. Центральноевропейська робоча група з глобальних геологічних пам'яток (Global Geosites Working Group – GGWG) мала такі завдання [16, 18]:

- 1) скласти список глобальних геосайтів;
- 2) створити базу даних Geosites для ключових ділянок та місцевостей;
- 3) використовувати кадастр геосайтів для подальшого сприяння справі геоконсервації і так підтримувати геологічну науку в усіх її формах;
- 4) підтримувати регіональні та/або національні ініціативи, спрямовані на складання порівняльних кадастрів;

5) брати участь та підтримувати зустрічі й семінари, де вивчають критерії вибору місця, методи відбирання або збереження ключових ділянок;

6) оцінити наукові переваги сайтів у співпраці зі спеціалістами, дослідницькими групами, асоціаціями, комісіями, підкомісіями тощо;

7) консультувати IUGS та ЮНЕСКО щодо пріоритетів збереження у світовому контексті, включаючи світову спадщину;

Ці умови були прийняті у зв'язку з ProGEO, проте вже кілька років вони неактивні.

Для розвитку геотуризму у межах Вінницької області є достатньо цікавих об'єктів, занесених у реєстр геологічних пам'яток природи, широко відомих і розрекламованих. Це, наприклад, Бронницькі, Ломазівські, Лядовські шари, відслонення Грушанської та Могилівської світи, Верхньопротерозойські осадові породи (Вищеольчедаїв, Яришів), сеноманські вапняки (Бронниця, Кремінне), Нагорянські печери та ціла низка інших подекуди унікальних геологічних об'єктів. Але насправді є набагато більше потенційних об'єктів, які могли б зацікавити геотуристів різних вікових категорій і рівня підготовки для проведення як фахових, так і науково-популярних екскурсій.

Геологічні пам'ятки природи Вінницької області – унікальні природні утворення. Мають особливе природоохоронне, наукове, екологічне, естетичне та пізнавальне значення. Вони

У структуру природно-заповідного фонду Вінницької області входять 4 геологічні пам'ятки природи загальнодержавного значення («Гайдамацький яр»; Відслонення Грушанської світи; Відслонення Могилівської світи, Пісковики Бернашівки) площею 97,5 га; і 185 – місцевого значення – 750,82 га.


Використовуючи відповідну методику [3, 4], здійснено паспортизацію геологічної пам'ятки природи загальнодержавного значення. Паспорт унікальної геологічної пам'ятки природи загальнодержавного значення «Гайдамацький яр» наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Паспорт ГПП «Гайдамацький яр»

А. Вихідні дані	
1. Назва (індекс)	«Гайдамацький яр»
2. Адміністративне положення	с. Буша Могилів-Подільський район Вінницька область
3. Фізико-географічне положення	Придністровсько-Східноподільська височинна область
Б. Розташування і походження	
1. Геоморфологічне положення	Яр у долині річки Бушанки
2. Особливості розташування	Комплексне
3. Походження	Природне
В. Опис відслонення	
1. Морфологічний тип	Типовий каньйон, зсувні процеси, різноманітні форми вивітрювання пісковиків, печери, «кам'яні водоспади» тощо;

Продовження таблиці 1

2. Світлина	
3. Морфометрія відслонення	Висота стінок – до 120 м
4. Характер відслонення	Геологічний розріз; вертикальні відслонення
5. Породи	Товщі світло-сірих дрібно- та середньозернистих косоверстуватих польвошпат-кварцових пісковиків, які частково каолінізовані та містять численні бурі плями лімонізованого піриту
6. Характер поверхні відслонень, її нанорельєф	Косоверстуваті аркозові пісковики ямпільських верств могилівської світи венду зі слідами еолової обробки
7. Текстура	Неоднорідна
8. Наявні ознаки органічних решток	Характерні різноманітні відбитки, частина з яких має неорганічне походження (сліди дощових крапель, тріщини усихання, хвилеприбійні знаки тощо), а частина – органічне
9. Доступність відслонень	Добра
10. Антропогенне перетворення об'єкту та його близького довкілля	Ямпільські пісковики використовують як чудовий декоративно-оздоблювальний матеріал. Припинено видобування вапняків та пісковиків.
11. Інші відомості	Дубово-грабові насадженнями на крутих схилах
Г. Цінність відслонення гірських порід, її використання та охорона	
1. Цінність: науково-пізнавальна	Висока: косоверстуваті аркозові пісковики ямпільських верств могилівської світи венду зі слідами еолової обробки;
естетична	Висока: виняткової краси пейзажі схилів долини, стін каньйону;
культурно-історична	Висока: виставка просто неба близько 150 скульптур з ямпільського пісковика; залишки культур – трипільського, черняхівського, козацького часів; залишки фортеці, церкви, стародавнього кладовища, покинутого печерного монастиря; стародавній наскельний рельєф;
рекреаційна	Задовільна: можливе розташування рекреаційних об'єктів на прилеглих ділянках;

Продовження таблиці 1

екологічна	Висока: Цінне місце зростання еталонної ділянки дуба звичайного, грабово-ясеневі насадження, окремі цінні породи дерев – клен-явір, модрина європейська. Чимало цікавих рослин: 4 види папороті, печіночниця, хвощі та плауни, велика кількість лікарських рослин
2. Атрактивність	Висока
2. Підстави представлення до охорони (для пропонованих ПП)	Об'єкт є геологічною пам'яткою природи, що входить до складу РЛП «Мурафа»
4. Сучасне використання об'єкту	Геологічна пам'ятка може слугувати як комплексний геолого-геоморфологічний об'єкт для демонстрації науковим працівникам, студентам, учням та іншим відвідувачам регіонального ландшафтного парку «Мурафа»
5. Площа заповідної території (га)	96 га
6. Режим утримання	Регульована заповідність
7. Перебуває у віданні	ВОКСЛП «Віноблагроліс»
8. Тип діяльності	Активне господарське використання відсутнє
Д. Вивченість об'єкту	
1. Історія досліджень	Згадується у звітах геологічних служб, лісових господарств
2. Ступінь вивченості відслонення гірських порід	Добра геологічна вивченість

Автор паспорта – Бевз Анастасія (дата 12.03.2024р.).

Виробнича діяльність людини і непомірне використання природних ресурсів супроводжується зміною структури земної поверхні. Наразі факти свідчать про те, що екологічна ситуація у межах поширення геологічних пам'яток досліджуваного регіону є складною. Основним фактором погіршення ситуації є антропогенне та техногенне навантаження: кар'єрні розробки, нагромадження сміття, ведення сільського господарства на схилах. Основною проблемою досліджуваної території є ерозія, а саме водна та вітрова ерозії, які у більшості випадків поєднуються і посилюють процеси руйнування. Але останнім часом найбільш небезпечним для стану цієї екосистеми є саме засмічення. Найтипівішим є механічне руйнування екотопів – розорювання земельних ділянок. Діяльність людини під час використання природного середовища провокує антропогенну (прискорену) ерозію [6, 10].

Дослідивши сучасний екологічний стан геологічних пам'яток Вінницької області, можна зробити висновки:

- об'єкти знаходяться у незадовільному стані. Відбувається природна та антропогенна їх руйнація;

- поширення екзогенних геологічних процесів (зсуви, осипи, вивітрювання, хімічне руйнування, карст, вимивання тощо), гідродинамічних (фільтрація, ерозія, змив, абразія) та еолових (вітрова корозія, навівання) процеси;

- негативні наслідки впливу різноманітної господарської діяльності

людини (господарське і промислове будівництво, створення різноманітних несанкціонованих звалищ, розорювання земель, випасання худоби, засмічення територій тощо).

Вінницька область має досить потужний потенціал геологічних пам'яток природи, який потребує інвентаризації, охорони, заповідання, збереження та раціонального використання. Ефективними будуть дії, спрямовані на популяризацію унікальних геологічних об'єктів природи, на збалансоване використання їх для науково-туристичних та просвітницько-туристичних цілей, на залучення молоді, небайдужої до природи рідного краю, до всебічного наукового дослідження геологічної спадщини.

Існує ціла низка чинників, які можуть перешкоджати розвитку геотуризму у Вінницькій області:

1) По-перше, це розосередженість і розкиданість об'єктів геотуризму по всій території області. Враховуючи це, слід виділяти групи ГПП на окремі локації за умовами їх акумуляції на невеликій площі.

2) По-друге, значна кількість геологічних пам'яток пошкоджені або перебувають у незадовільному стані, непридатному для їх демонстрації (наприклад, надмірно засмічені).

3) По третє, важливе значення для ефективного розвитку геотуризму має загальний рівень соціально-економічного розвитку регіону. Потрібно, щоб він мав достатньо високий рівень.

Міжнародний досвід засвідчує, що геотуризм розвивається як напрям прикладних геолого-геоморфологічних досліджень і форма пізнавального туризму. Актуальною для України і зокрема Вінницької області є розробка каталогу геотуристичних атракцій і геотуристичних маршрутів для найбільше привабливих із точки зору геоспадщини регіонів (Крим, Українські Карпати, Поділля тощо). Для вітчизняного природоохоронного законодавства важливим є впровадження нової категорії збереження і рекреаційного використання геоспадщини – геосайтів, геокластерів, геопарків.

В якості перших кроків у реалізації заходів є створення web-інтерактивної карти «Геологічні пам'ятки природи Вінницької області, віднесені до природно-заповідного фонду» (рис. 1).



Рис 1. Скріншот вікна інтерактивної карти «Геологічні пам'ятки природи Вінницької області, які внесені в реєстр об'єктів природно-заповідного фонду» у webГІС Google My Maps.

Платформою для побудови інтерактивної карти став геопортал Google My Maps. Цеє різновид геоінформаційної системи, що базується на веб-технологіях доступу до даних.

Будь-який бажаючий може створювати власні тематичні карти та публікувати просторові об'єкти на основі базової карти, що надає географічний контекст для кожного з додатків, а потім надавати до них доступ необмеженій кількості користувачів [13, 15]. Карта знаходиться у відкритому доступі (<https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=14CSMGiDwtVL9dGGwWYk8tepGedtoVTM&ll=48.664032843874296%2C28.294018100000006&z=9>).

Будь-який користувач може зайти за посиланням або за адресою інтерактивної карти та отримати коротку інформацію про геологічний об'єкт (загальними фотографічними матеріалами) та зазначенням його розташування.

Висновки. Вінницька область є перспективним регіоном для розвитку геотуризму і відомі та недостатньо вивчені геологічні пам'ятки природи є основою для цього. Популяризація їх у ЗМІ і глобальній Інтернет-мережі, видання друкованої продукції і відеофільмів, проведення рекламних акцій і фестивалів тільки підвищуватиме інтерес суспільства до них, що виведе їх не лише в регіональний ранг, а й національний.

Для оцінки унікальності геологічних пам'яток природи, їх екологічного стану, придатності до раціонального використання як об'єктів геотуризму було розроблено «Паспорт геологічної пам'ятки природи» та створено веб-інтерактивну карту «Геологічні пам'ятки природи Вінницької області, які внесені в реєстр об'єктів природно-заповідного фонду».

Використання геологічних пам'яток природи Вінницької області сприятиме розвитку пізнавального, оздоровчо-спортивного, екологічного туризму на базі існуючих об'єктів геоспадщини з широким залученням пішохідного, велосипедного, кінного, спелеологічного, екстремального, скелелазіння та інших видів туризму.

Список використаної літератури.

1. Безвинний В.П., Білецький С.В., Бобров О.Б. та ін. Геологічні пам'ятки України: [у 3 т.]. [за ред. В.І. Калініна, Д.С. Гурського, І.В. Антакової]. К.: ДІА, 2006. Т. 1. 320 с.
2. Бондар Ю.О. Геологічні пам'ятки природи та критерії їхньої оцінки. *Зб. наук. праць інституту геологічних наук НАН України*. Вип. 4. 2011. С. 24-27.
3. Бортник Сергій, Стецюк Володимир. Теоретичні засади та методологія геотуризму. *Геотуризм: практика і досвід. Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції (26-28 квітня 2018, Львів)*. Львів: Каменяр, 2018. с. 7-9.
4. Брусак В., Бакун В. Методичні аспекти класифікації і паспортизації геолого-геоморфологічних пам'яток природи. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2011. Вип. 39. С. 44–51.
5. Геологічні пам'ятки України. *Geological landmarks of Ukraine*. Колектив авторів, у 4 томах, укр. та англ. мовами, Київ, 2011. Том II. 320 с.

6. Доповідь про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області (2019 рік). 2020. 116 с. <https://www.vin.gov.ua/images/doc/vin/departament-ark/doc/OperMonitor/Dopov/Dop2019.pdf> (дата звернення: 17.02.2024 р.).

7. Манюк В. Перспективи створення геопарків в Україні та приєднання їх до Європейської мережі геопарків. *Конференція: VI з'їзд геологів України Впровадження в Україні стандартів Європейського Союзу щодо ефективного і збалансованого використання енергетичних, мінеральних, водних та земельних ресурсів.* 7 грудня 2017 року. Київ. https://www.researchgate.net/publication/323293682_Perspektivi_stvorennja_geoparkiv_v_Ukraini_ta_priednanna_ih_do_Evropejskoj_merezi_geoparkiv (дата звернення 14.03. 2024 р.).

8. Мудрак Г.В. Рекреаційні ландшафти Середнього Придністер'я, їх унікальність і раціональне використання. *Науковий вісник Чернівецького університету : збірник наукових праць.* Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2012. Вип. 612-613 : Географія. С. 128–132.

9. Мудрак Г.В., Семенів В.С. Геологічні пам'ятки природи Тернопільської області як об'єкти геотуризму. *Збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції «VinSmartEco» (18-20 травня 2023. м. Вінниця).* За науковою редакцією Мудрака О.В. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ». 2023. С. 105–108.

10. Мудрак О.В., Мудрак Г.В. Заповідна справа: навч. посіб. для студентів галузі знань 10 «Природничі науки». ОЛДІ-ПЛЮС. 2020. 640 с.

11. Побігун О.В. Геотуризм як один з шляхів раціонального використання природних ресурсів. *Науково-технічний журнал.* 2015. №1 (11). С. 112-116.

12. Фундова В.В. Перспективи створення мережі геопарків в Україні. *Вісник Дніпропетровського університету.* Серія: геологія, географія. 2016. 24 (1), 139–143.

13. Холошин І.В. Педагогічна геоінформатика. Геоінформаційні системи: навч. посібник. Кривий Ріг : Видавець ФОП Чернявський Д.О. 2016. Ч. 3. 175 с.

14. Цуркан І.М. Геотуризм: основні концепції та напрямки розвитку. Регіональні проблеми України: Географічний аналіз та пошук шляхів вирішення. Зб. наук. праць. Херсон: ПП Вишемирський. 2011. С. 352–359.

15. Edited by Ross K. Geotourism. *Dowling and David New some.* Elsevier Ltd., 2006. 260 s.

16. Global Geoparks Network [Electronic resource]. 2010. [Cited 2011, 24 Oct.]. Available from: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/geoparks/members/> (дата звернення: 26.02.2024р.).

17. UNESCO Geoparks Programme – a new initiative to promote a global network of geoparks safeguarding and developing in selected areas significant geological features. *Hundred and fifty-sixth Session. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization: Executive Board.* Paris, 1999. S. 1-4.

Катерина МОРОЗ²,
студентка 4 курсу,
факультету екології, лісівництва та
садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ҐРУНТІВ УКРАЇНИ: СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

***Анотація.** Встановлено, аналіз важливості зв'язку між родючістю ґрунту та виробництвом сільськогосподарської продукції. Досліджено, що ґрунт, як верхній шар земної поверхні, є життєвим середовищем для багатьох організмів, бактерій та рослин. Його фізичні, хімічні та біологічні властивості істотно впливають на результативність сільськогосподарського вирощування, якість врожаю та здатність до забезпечення продуктами харчування. Результати дослідження підкреслюють необхідність обайливого ставлення до землеробства та впровадження ефективних методів підтримки та покращення родючості ґрунту для забезпечення стабільного та екологічно чистого виробництва сільськогосподарських продуктів.*

***Ключові слова:** ґрунт, забруднення, покращення родючості*

***Annotation.** An analysis of the importance of the connection between soil fertility and the production of agricultural products has been established. It has been studied that the soil, as the upper layer of the earth's surface, is a living environment for many organisms, bacteria and plants. Its physical, chemical and biological properties significantly affect the effectiveness of agricultural cultivation, the quality of the harvest and the ability to provide food products. The results of the study emphasize the need for a careful attitude to agriculture and the implementation of effective methods of maintaining and improving soil fertility to ensure stable and ecologically clean production of agricultural products.*

***Key words:** soil, pollution, improvement of fertility*

***Вступ.** Земля є найціннішим ресурсом України, і від її раціонального використання залежить добробут населення. Однак, через економічні виклики, деградація ґрунтів ускладнюється. Погіршується баланс поживних речовин, зменшується гумус, а кислотність ґрунтів зростає. Використання земельних ресурсів не відповідає нормам природокористування. Порушення співвідношення між рільництвом, природними кормовими угіддями, лісами та водними зонами негативно впливає на екосистеми та довкілля. Земельна реформа в аграрному секторі потребує нових стратегій для оптимізації використання земельних ресурсів. Це акцентує необхідність створення правил для використання та захисту земель сільськогосподарського призначення [1].*

²Науковий керівник: Врадій О.І., к. с.-г. н., старший викладач кафедри екології та ОНС ВНАУ.

Основними проблемами, пов'язаними з деградацією земель в Україні, є: проблема №1 – головна проблема – війна. Руйнування верхнього родючого шару ґрунту, який формувався століттями, спричиняють вибухи ракет, артилерійських снарядів різних типів, осколково-фугасних снарядів, безпілотників, снарядів різних типів РСЗВ, «вакуумних» бомб тощо. Це відбувається незважаючи на те, що за останні 100 років ґрунти країни втратили близько 30% вмісту гумусу. Війна прискорює цей процес. Ґрунт втрачає родючість через зміну його фізичних, хімічних і фізико-хімічних властивостей.

У ґрунтознавців систематично виявлено 6-8-кратні перевищення показників Hg, Zn та Cd. Експерти у галузі ландшафтної геохімії повідомляють, що на місцях обстрілів виявлено високі концентрації міді, нікелю, свинцю, фосфору та барію. Такі тенденції спостерігаються з початку війни на сході України з 2014 році. Аналітики правозахисної організації Truth Hounds розповідають, що в зоні бойових дій у Слов'янському районі гранично допустимі концентрації Pb у 100 разів вищі, а в ґрунті – аномальні рівні Sr та Ti. Зрозуміло, що на такому ґрунті довго нічого не дозволяється вирощувати. Після Першої світової війни посівні площі в Європі скоротилися на 22,6%. Які скорочення чекають на Україну після припинення бойових дій, передбачити поки що важко. Токсичні сполуки можуть потрапляти в ґрунт разом з опадами. Наприклад, S входить до складу багатьох боєприпасів. Коли вона змішується з осадом, у ґрунті утворюється небезпечна сірчана кислота. В атмосфері оксиди сірки та оксиди азоту викликають кислотні дощі, які змінюють рН ґрунту та спричиняють опіки рослин.

Іншим аспектом є важкі метали. У зонах бойових дій важкі метали можуть перевищувати фонові рівні більш ніж у 30 разів. Небезпечні також осколки боєприпасів, снаряди калібру 120 мм і 152 мм утворюють 1600-2350 і 2700-3500 осколків вагою 1 г відповідно. Чавун з домішками сталі є найпоширенішим матеріалом для виготовлення куль і містить не тільки залізо і вуглець, а й сірку, мідь та інші компоненти. Ці речовини потрапляють у ґрунт, мігрують у ґрунтові води та, зрештою, потрапляють у харчовий ланцюг, уражаючи як тварин, так і людей. Це означає, що ґрунт, забруднений вибухом, у довгостроковій перспективі повільно вбиватиме нас.

Проблема №2 – надмірна розораність ґрунту. В Україні 92% території використовується в господарських цілях. Частка плугів становить понад 54%, тоді як у розвинутих країнах Європи вона не перевищує 35%. Фактична лісистість території України становить 16%, що недостатньо для забезпечення екологічної рівноваги (середнє значення для європейських країн 25-30%). Менше 90% землі в основному обробляється на півдні та в центральній частині України. Але проблема навіть не в оранці, а в правильному використанні та відновленні родючості ґрунту, щоб не зменшувався вміст гумусу. Наприклад, цілинний чорнозем в горизонті містить близько 10% гумусу. А в наших чорноземах середньосуглинкових вміст гумусу становить 3,7-4%. Крім того, нераціональне використання землі призводить до викидів в атмосферу величезної кількості CO₂, яка перевищує викиди промисловості. Результати

часто непомітні неозброєним оком. Але про зміни ґрунтових зон екологі вже заговорили. Пасовища швидко розширюються [2].

Проблема №3 – швидке псування чорнозему. Ми вичавлюємо з ґрунту все, що можемо. Вилужені ґрунти легко розмиваються і просто разносяться вітром. За оцінками екологів, за останні 100 років ми втратили третину гумусу. А швидкість його відновлення становила 10 сантиметрів у 2020 році.

Проблема №4 – хімічне забруднення ґрунту. У гонитві за врожаєм землю щедро забруднюють пестицидами. Особливістю українського ґрунту є його висока буферна здатність, тобто стійкість. Вони поглинають багато і виділяють це в продукти протягом сотень років. Не можна забувати і про проблему важких металів у ґрунті. Особливо навколо промислових міст, уздовж доріг і в районах, де відбуваються екологічні катастрофи. В Україні досі немає адекватного пояснення отруєння рослин хімічними речовинами, а саме пестицидами. 95% з них потрапляють в організм людини з їжею. В Україні інколи використовують пестициди, заборонені в Європі[3].

Виклад основного матеріалу. Забруднення ґрунту є результатом впливу людини, в якому концентрація хімічних речовин перевищує нормальний рівень для даної місцевості. Існує три рівні забруднення ґрунту, кожен з яких вимагає різних заходів: запобігання, відновлення та припинення землекористування. При виявленні важких металів у ґрунті в межах норми рекомендується вживати профілактичних заходів та стежити за його станом. Коли важкі метали перевищують норму, слід використовувати різні агротехніки для очищення ґрунту, такі як внесення спеціальних добрив і вибір рослин, які мінімізують поглинання важких металів[4].

Під лісове господарство слід відводити найбільш забруднені землі. Відповідно до українського законодавства власники та землекористувачі повинні захищати ґрунт від забруднення шляхом використання аналітичних методів для визначення ступеня забруднення.

Забруднення ґрунту швидко поширюється через його вплив на біорізноманіття, зменшення органічної речовини та її фільтраційної здатності. Серед основних джерел забруднення відзначаються важкі метали, стійкі органічні сполуки та нові забруднювачі, такі як медикаменти та засоби гігієни.

Забруднення ґрунтів веде до важливих наслідків для довкілля та життя, зокрема зменшення органічних запасів у ґрунті. Забруднення ґрунтів не лише впливає на екосистему, але й призводить до втрат у сільському господарстві через зниження якості та урожайності. Запобігання цьому забрудненню є ключовим завданням для всього світу. Людство має нести відповідальність до зниження забруднення та гарантувати збереження планети для майбутніх поколінь.

Організація ООН із питань сільського господарства та харчових ресурсів (ФАО) акцентує увагу на важливості розуміння причин забруднення ґрунтів:

1. Ґрунт впливає на здоров'я людей та всіх організмів через харчування, воду та повітря. Здоров'я рослин залежить від вмісту поживних речовин у ґрунті та його спроможності надавати нутрієнти та воду.

2. Забруднення ґрунту часто невидиме для ока. Багато ґрунтів вже пошкоджені деградацією, засоленням, ерозією та іншими факторами. Відновлення ґрунтового покриву може зайняти століття.

3. Ґрунт діє як природний фільтр, але його ресурси не безмежні. Якщо ґрунт втрачає свою захисну функцію, забруднюючі речовини можуть потрапити у навколишнє середовище.

4. Забруднення ґрунтів впливає на якість та кількість врожаю, загрожуючи продовольчій безпеці.

5. Неправильні методи обробки землі можуть призвести до деградації ґрунтів та загрози продовольчій безпеці.

6. Забруднення ґрунтів може створювати антибіотикостійкі бактерії, які стають загрозою для здоров'я. Прогнози показують, що до 2050 року такі бактерії можуть стати причиною більше смертей, ніж рак.

Отже, необхідно вжити заходів для захисту ґрунтів та забезпечення сталості сільського господарства для майбутніх поколінь.

Земля та ґрунт є ключовими для сільського та лісового господарства. Ця земля є базою для вирощування різноманітних культур: зернових, технічних та ягідних культур. Сільське господарство забезпечує людство продовольством, а промисловість здобуває необхідну сировину. Якість продукту залежить від ґрунту, обробки та догляду за ним.

Ґрунт є результатом діяльності природи і містить необхідні для рослин органічні та мінеральні елементи. Ці конструкції фільтрують воду, регулюють вологість і нейтралізують забруднення. В Україні налічується понад 38 типів ґрунтів з різними характеристиками та властивостями. Чорнозем вважається найродючішим. Гумус відіграє ключову роль у родючості ґрунту і утворюється з органічних залишків. Ґрунтові процеси є невід'ємною частиною природних циклів. Однак родючість ґрунту може знизитися через неправильний обробіток ґрунту, ерозію, недбале поводження із землею та інтенсивне використання хімікатів. Ґрунти також страждають від викидів від техніки та промислових підприємств. Відведення земель під промислові об'єкти також загрожує ґрунтам. Отже, потрібні термінові наукові рішення для відновлення та збереження родючості ґрунтів і отримання безпечної продукції [5]

Основним заходом збереження ґрунтів є створення екологічно гармонійного агроландшафту. Цей агроландшафт має складатися з різноманітних елементів, включаючи ріллю, луки, пасовища, ліси, водойми, дороги та споруди. Вони формують структуру агроландшафту, яка може бути стійкою або нестабільною.

Стійкість агроландшафтів базується на двох аспектах: екологічній організації території: оптимальне розміщення та структура різних видів земель відповідно до місцевих умов, зменшення ерозії на основі гідрологічного районування, використання землі в залежності від її рельєфу та екологічних умов та агротехнічних методах землеробства, які сприяють збереженню родючості ґрунтів: застосування прогресивних методів землеробства, використання ефективної техніки, скорочення повторюваних процесів та

впровадження безораного землеробства, використання органічного землеробства, агрохімічна паспортизація земель сільськогосподарського призначення [7].

Еколого-ландшафтна адаптація вимагає виділення агроекологічних груп земель на основі їх агротехнічних характеристик. Ця система включає п'ять категорій земель: для зернових; для зернотрав'яних; для кормових та овочевих культур; для сінокосів та пасовищ; для консервації. Застосування такої системи може зменшити ерозію, яка наразі становить значний виклик для України, особливо у південних регіонах. Для відновлення забруднених ґрунтів можна використовувати такі методи: Фітормедіація: використання рослин для видалення, відновлення або зниження забруднювачів у ґрунті. Фітотехнології використовують природні фізіологічні властивості зелених рослин для відновлення ґрунтів, які забруднені важкими металами або органічними сполуками. Ці технології є екологічно привабливими та економічно вигідними для вилучення, розкладання та фіксації забруднювачів.

Фітормедіація, згідно з агентством з охорони навколишнього природного середовища США, описує сукупність технологій, що базуються на природних фізіологічних властивостях рослин для очищення забруднених металами або органічними сполуками ґрунтів. За світовою науковою спільнотою встановлено, що вартість очищення ґрунту від забруднень, таких як важкі метали, радіонукліди, нафта чи пестициди, за допомогою фітормедіації, що використовує сонячну енергію, складає лише 5% від витрат на інші методи відновлення. Таким чином, фітормедіація є більш екологічно доцільним та економічно вигідним методом відновлення ґрунтів порівняно з фізико-хімічними або технічними способами, навіть з урахуванням обмеженості часових ресурсів для досягнення поставленої мети. Процеси фітормедіації базуються на здатності рослин акумулювати, розкласти, стабілізувати, трансформувати та випаровувати забруднювачі з різноманітних природних матриць, зокрема, ґрунту та води.

Біоремедіація: використання мікроорганізмів для розкладання забруднювачів у ґрунті. Вона застосовується для усунення залишків сільськогосподарських хімікатів, таких як пестициди та добрива, які можуть проникати з ґрунту у ґрунтові води. Деякі небезпечні метали, такі як селен і миш'як, також можуть бути ефективно видалені з води шляхом біоремедіації. Ртуть, яка є прикладом токсичного металу, може бути видалена з навколишнього середовища за допомогою біоремедіації. Ртуть є складовою деяких пестицидів та може утворюватися як побічний продукт у деяких галузях промисловості, наприклад, у виробництві акумуляторів. Хоча ртуть зазвичай присутня в природних середовищах у дуже малих концентраціях, вона вкрай токсична, оскільки накопичується в живих організмах. Деякі види бактерій можуть здійснювати біотрансформацію токсичної ртуті у менш токсичні форми. Наприклад, бактерія роду синьогнійна може перетворити ртуть у нековалентну форму, яка менш токсична для людини [6].

Фізичне відновлення: застосування методів, таких як аерація (постачання

повітря в ґрунт або воду для сприяння окисненню та видаленню забруднень, таких як нафта або летючі органічні сполуки), рівномірне оброблення та зміна структури ґрунту, для поліпшення його фізичних властивостей. Хімічне відновлення: використання хімічних реагентів для нейтралізації та зв'язування токсичних речовин у ґрунті. Компостування: додавання органічних матеріалів до забрудненого ґрунту для покращення його структури та біологічної активності. Органічні матеріали, такі як кухонні відходи, рослинні залишки, трава, листя, солома та інші рослинні рештки, піддаються процесу розкладання під впливом мікроорганізмів та інших живих організмів. Мульчування: покриття поверхні ґрунту шаром органічних матеріалів, що допомагає утримувати вологу, захищає ґрунт від ерозії та сприяє біологічній активності. Захист від джерел забруднення: ізоляція забрудненого ґрунту від джерел забруднення, використання бар'єрів або інших технічних заходів для запобігання поширенню забруднення.

Узагальнюючи, можна сказати, що збереження ґрунтів є важливою екологічною та економічною проблемою. Для її вирішення необхідно використовувати комплекс заходів, які сприятимуть створенню стійкого агроландшафту та відновленню забруднених ґрунтів [7].

Список використаної літератури

1. Балинська Н.А., Ткачук О.П. Роль сталого розвитку в агроекологічній оцінці стану ґрунтів Вінниччини. Стратегія і тактика збереження довкілля: збірник наукових праць VIII науково-практичної конференції. 2014. С. 125 – 127.
2. Балюк С.А., Носко Б.С., Скрильник Є.В. Сучасні проблеми біологічної деградації чорноземів і способи збереження їх родючості. *Вісник аграрної науки.* № 1. 2016. С. 11 – 17.
3. Стратегія збалансованого використання, відтворення і управління ґрунтовими ресурсами України; за ред. С.А. Балюка, В.В. Медведєва. Київ: Аграрна наука, 2012. 239 с.
4. Балюк С.А., Медведєв В.В. Концепція організації і функціонування моніторингу ґрунтів в Україні з урахуванням європейського досвіду. Харків: Смуґаста типографія, 2015. 45 с.
5. Кучер А.В., Анісімова А.В. Економічне забезпечення відтворення родючості ґрунтів: рекомендації. Харків: Смуґаста типографія, 2015. 112 с.
6. Позняк С. П. Ґрунтознавство і географія ґрунтів: підручник. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. Ч.2. 270 с
7. Ткачук О.П., Зайцева Т.М. Показники агроекологічної стійкості ґрунтів та фактори, що на них впливають. *Сільське господарство та лісівництво.* № 5, 2017. С. 137 – 145.

Лада КАПШИЦЬКА³,
студентка 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РЕАКЦІЯ РОСЛИН НА ПОЗИТИВНІ ТА НЕГАТИВНІ ЕМОЦІЇ ЛЮДИНИ

Анотація. В статті досліджено вплив людських емоцій на насіння рослин. В якості досліджуваного зразка буде виступати горох посівний *Pisum sativum* L. Горох посівний є ідеальним зразком для проведення даного дослідження, оскільки швидко росте та адаптується до різних факторів середовища. Рослини, як живі організми, сприймають та реагують на різні стимули, і емоції не менш важливі.

В статті наведено дослідження емоційної чутливості рослин. Це може розширити межі знань про зв'язок між людиною і природою, а також допомогти в розробці нових методів стимуляції росту рослин, покращення екосистем та гармонізації відносин людини з навколишнім світом.

Ключові слова: горох посівний, емоції, організми, чутливість, людина, природа, світ, реакції, дослідження

Annotation. The article investigates the influence of human emotions on plant seeds. The test specimen will be the pea *Pisum sativum* L. Seed peas are an ideal sample for this experiment because they grow quickly and adapt to various environmental factors.

Plants, as living organisms, perceive and respond to various stimuli, and emotions are no less important.

The article presents a study of the emotional sensitivity of plants. This can expand the boundaries of knowledge about the relationship between humans and nature, and help develop new methods to stimulate plant growth, improve ecosystems, and harmonise human relations with the world around us

Key words: peas, emotions, organisms, sensitivity, human, nature, world, reactions, research.

Вступ. Рослини, як живі організми, постійно сприймають та реагують на різні стимули: світло, воду, температуру. І все більше наукових даних свідчить про те, що емоційний фон також несе для них певну інформацію.

Наша робота має на меті дослідити, як саме позитивні та негативні емоції людини впливають на ріст, розвиток рослин. В якості досліджуваного зразка буде виступати горох посівний *Pisum sativum* L. Ми прагнемо зрозуміти, чи дійсно емоції здатні спричинити зміни в темпах та якості росту.

³Науковий керівник: Амонс С.Е. кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

Відкриття, зроблені в ході цього дослідження, не лише розширяють межі наших знань про емоційну чутливість рослин, але й допоможуть нам краще зрозуміти зв'язок між людиною і природою. Адже якщо емоції дійсно мають такий вплив, це може стати ключем до нових методів стимуляції росту рослин, покращення екосистем та гармонізації відносин людини з навколишнім світом.

Виклад основного матеріалу. Горох посівний *Pisum sativum* – вид квіткових рослин з родини бобові. Трав'яниста рослина, що широко вирощується на полях як зернобобова рослина[1]. Ця рослина була обрана для проведення досліду, оскільки швидко зростає, що дає можливість збільшити точність експерименту та повторити дослід декілька разів, що також допоможе зрозуміти реакцію рослин на позитивні та негативні емоції.

У рослин гороху розрізняють 4 основні фази (проростання насіння, поява сходів, бутонізація – цвітіння, досягання) і XII етапів органогенезу, які поділяють на 3 періоди онтогенезу: 1-й (I–III етапи) – формування та ріст вегетативних органів, коренів, стебла, листя; 2-й (III–VIII етапи) – закладання, ріст генеративних органів (суцвіть, квіток); 3-й (IX–XII етапи) – формування, ріст і досягання репродуктивних органів – бобів і насіння. Саме фаза проростання насіння була вигідна у досліді на реакцію людських емоцій. Оскільки на цій фазі більше за всі інші видно результат досліду [2].

Суть досліду: у 3 чаші Петрі відібрали по 100 насінин звичайного гороху посівного *Pisum sativum* L., попередньо обробили чаші для дезінфекції розчином. Зволожили насіння водою без домішок, помістили у чаші Петрі, накрили кришками та поставили у чистий контейнер, де була забезпечена вентиляція та тепло. Позначили чаші необхідними наліпками, де «П» – позитивні емоції; «Н» – негативні; «С» – середнє, тобто без емоцій (рис.1).



Рис 1. Маркування насіння гороху посівного

Після проведення маркування, горох накрили кришкою контейнера. 2 рази на день протягом 3–4 днів підходили до гороху, та проводили дослід згідно з маркуванням, а саме, де літера « П » – похвалили його, показуючи гарне відношення до насіння, де літера «Н» – показували негативне відношення криками та лайливими словами, де літера «С» – відкривали горох та стояли поруч із ним, мовчали, не показуючи ніяких емоцій, протягом 3 хвилин. Через 4

дні провели підрахунок схожості гороху посівного та записали результати у таблицю (табл. 1).

Таблиця 1

Відсоток всхожості гороху посівного, згідно дослідам

Маркування	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3
«П»	96%	97%	97%
«Н»	73%	72%	72%
«С»	54%	56%	55%

Через 5 днів, дослід було проведено знову по такій самій схемі, що й перший дослід (рис. 2). Всього було проведено 3 дослід з інтервалом у 5–6 днів. Одержані результати записали у таблицю.



Рис 2. Проростання гороху посівного

Існує багато досліджень, які підтверджують, що на ріст рослин впливає звук. Багато з них виявили, що за середнього розмовного тону людини (70 децибелів) у рослин збільшується продуктивність [3]. Звук сприймається як вібрація. Рослини реагують на вібрації близького звуку, який вмикає в них два ключові гени, що впливають на їхнє зростання. Рослини також збільшують виробництво фотосинтезу у відповідь на виділення вуглекислого газу, який є побічним продуктом людської мови. Таким чином, можна сказати, що розмови або спів з рослинами допомагають їм краще рости або приносити більше плодів [4].

Нині дослідженнями здібностей рослин та їхнього впливу на людину займається наука, яка називається нейробіологією рослин. Рослини знають, що таке радість, злість, страх. У них немає традиційної нервової системи. Але здатність рослин відчувати можна зафіксувати приладами [5].

Коли рослина відчуває сильні емоції – страх, тривогу, ненависть чи біль, її біополе змінює форму. Детектор показував позитивну реакцію, коли квітку поливали, фіксував тривогу, коли захотіли вколоти рослину [6].

Рослини реагують на загрозу також. Якщо хтось пошкоджує листя, інші рослини в приміщенні починають хвилюватись за свою долю – це видно за

показаннями приладів. Таким чином, рослини точно розпізнають агресора і негативно реагують на нього.

Подальші експерименти показали, що рослини відчували стрес, коли під загрозою опинялась інша рослина або жива істота. У стані спокою рослини видають менше одного ультразвуку на годину, однак, коли вони відчують стрес, вони починають кричати та кількість видаваних звуків збільшується до 30-50 на годину [6].

Ці звуки особливо важливі не тільки для рослин, а й екосистеми в цілому. Інші організми могли еволюціонувати, щоб навчитися не тільки слухати ці звуки, а й інтерпретувати їх. Зараз дослідники проводять тести на рослинах і тваринах, щоб зрозуміти, чи можуть другі реагувати на звуки перших [6].

Дослідження показують, що ці звуки чути на відстані 2–5 метрів, проте для людського вуха вони залишаються непоміченими, оскільки верхній діапазон у людини становить лише близько 20 кГц, а звуки, які виробляють рослини, – у діапазоні від 40 до 80 кГц [7].

Такі звуки еквівалентні людській мові. Як правило, їхня частота зростає на другий день без води, а піки сплесків припадають на 5 або 6 день, потім «крики» стихають, а рослина вмирає. Однак, знадобиться більше досліджень, щоб зрозуміти, чи справді інші організми чують ці звуки й орієнтуються на них. Дане відкриття в будь-якому разі буде корисним, наприклад, ці звуки можна використовувати для поліпшення системи зрошення, яка б могла орієнтуватися на них.

Висновки. Проведене дослідження дає підстави стверджувати, що емоційний фон людини може істотно впливати на ріст, розвиток рослин.

Сучасні дослідження свідчать, що світ рослин значно багатший та складніший, ніж ми вважали раніше. Рослини не лише реагують на зовнішні стимули, такі як світло, вода та температура, але й мають емоції, відчують загрозу і спілкуються між собою за допомогою звуків.

Під впливом позитивних емоцій стимулюється ріст, також рослини демонструють більш інтенсивний ріст стебла та листя. Рослини мають більш насичене забарвлення листя, пишне цвітіння та загалом більш привабливий зовнішній вигляд.

Під впливом негативних емоцій. Рослини відстають у рості, мають менші розміри та слабкіше листя, мають тьмяне забарвлення листя, слабке цвітіння та загалом менш привабливий зовнішній вигляд.

Отже, емоційний фон, досить важливий для гарного розвитку та підвищення продуктивності рослин. Емоційний фон – це не просто абстрактне переживання, а й потужний фактор, що впливає на життєдіяльність рослин. Це відкриття має значні наслідки для нашого розуміння зв'язку між людиною і природою, а також для розробки нових методів стимуляції росту рослин, покращення екосистем та гармонізації відносин людини з навколишнім світом.

Для покращення росту рослин необхідно спілкуватись з ними саме доброзичливими словами та випромінювати гарні емоції поруч з рослинами. Не

менш корисно буде прослуховування класично музики та забезпечення спокою рослинам.

Список використаної літератури

1. Горох. [URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%85](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%85) (дата звернення: 14.03.2024)
2. Горох посівний. [URL: https://agrarii-razom.com.ua/plants/goroh-posivniy](https://agrarii-razom.com.ua/plants/goroh-posivniy) (дата звернення: 14.03.2024)
3. Do plants react to human voices ? [URL.: https://www.treehugger.com/do-plants-have-feelings-science-explainer-5546944](https://www.treehugger.com/do-plants-have-feelings-science-explainer-5546944) (дата звернення: 13.03.2024)
4. [How do plants respond to human voice? URL.: https://www.reptileknowledge.com/reptile-pedia/do-plants-act-to-human-voices#google_vignette](https://www.reptileknowledge.com/reptile-pedia/do-plants-act-to-human-voices#google_vignette) (дата звернення: 15.03.2024)
5. Рослини вміють вгадувати емоції людини [URL.: https://gazeta.ua/ru/articles/hata-newspaper/rasteniya-umeyut-ugadyvat-nastroenie-cheloveka/289428](https://gazeta.ua/ru/articles/hata-newspaper/rasteniya-umeyut-ugadyvat-nastroenie-cheloveka/289428) (дата звернення: 15.03.2024)
6. Ефект Бакстера. У рослин є емоції [URL.: https://www.epochtimes.ru/content/view/35024/5/](https://www.epochtimes.ru/content/view/35024/5/) (дата звернення: 14.03.2024)
7. Рослини «кричать» від болю [URL.: https://focus.ua/technologies/558062-krichat-ot-boli-uchenye-obnaruzhili-cto-izmuchennye-rasteniya-izdayut-ultrazvuki-pri-stresse-video](https://focus.ua/technologies/558062-krichat-ot-boli-uchenye-obnaruzhili-cto-izmuchennye-rasteniya-izdayut-ultrazvuki-pri-stresse-video)

Лілія НІКІТЕНКО⁴,
студентка 1 курсу магістратури,
факультету агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ПрАТ «МХП» ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ПРОДУКЦІЇ ТМ «НАША РЯБА»

Анотація. ПрАТ «МХП» ТМ «Наша Ряба» – один з лідерів агропромислового комплексу України, який прагне до екологізації своєї діяльності. Стаття описує принципи екологізації виробництва, систему екологічного контролю та її вплив на екологічну безпечність продукції, імідж та конкурентоспроможність підприємства. ПрАТ «МХП» ТМ «Наша Ряба» має значне господарське значення для України. Впровадження екологічних принципів на підприємстві зменшує викиди забруднюючих речовин, покращує очищення стічних вод та мінімізує утворення твердих відходів. Система

⁴Науковий керівник: Ткачук О.П. доцент, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища.

екологічного контролю гарантує екологічну безпечність продукції ТМ «Наша Ряба». Екологічна відповідальність робить ПрАТ «МХП» ТМ «Наша Ряба» більш привабливим для споживачів, партнерів та інвесторів. Підприємство є успішним прикладом поєднання економічного розвитку з екологічною відповідальністю.

Ключові слова: екологізація, екологічний контроль, екологічна безпека, імідж, конкурентоспроможність, сталий розвиток.

Annotation. PrJSC «МНП» ТМ «Nasha Ryaba» is one of the leaders of the agro-industrial complex of Ukraine, which strives to green its activities. The article describes the principles of greening production, the system of environmental control and its impact on the environmental safety of products, the image and competitiveness of the enterprise. PrJSC «МНП» ТМ «Nasha Ryaba» has significant economic importance for Ukraine. The implementation of ecological principles at the enterprise reduces emissions of pollutants, improves wastewater treatment and minimizes the generation of solid waste. The environmental control system guarantees the environmental safety of products of ТМ «Nasha Ryaba». Environmental responsibility PrJSC «МНП» ТМ «Nasha Ryaba» more attractive to consumers, partners and investors. The enterprise is a successful example of combining economic development with environmental responsibility.

Keywords: greening, environmental control, environmental safety, image, competitiveness, sustainable development.

Вступ. Сьогодні питання екології та стійкого розвитку є надзвичайно актуальними для України та світу загалом. Зростає потреба у екологічно чистих продуктах харчування, що відповідають принципам екологічної безпеки та мінімізують вплив на довкілля. ПрАТ «МХП» – один з лідерів агропромислового комплексу України, який прагне відповідати викликам сьогодення та впроваджує принципи екологізації на всіх етапах виробництва м'ясної продукції ТМ «Наша Ряба». МХП – найбільший виробник та експортер м'яса птиці в Україні. Компанія спеціалізується на виробництві м'яса птиці та зернових, а також на інших видах сільськогосподарської діяльності (виробництво м'ясних ковбасних виробів та готових м'ясних продуктів) [2].

Виклад основного матеріалу. ПрАТ «МХП» (Миронівський хлібопродукт) – це один з найбільших агропромислових холдингів України, що володіє вертикально інтегрованою структурою виробництва курячого м'яса. [2]

ПрАТ «МХП» має значне господарське значення для України. Робить великий внесок у ВВП України: Один з найбільших платників податків: у 2022 році компанія сплатила понад 6,5 млрд грн до бюджетів усіх рівнів. Один з найбільших роботодавців: у 2022 році на підприємствах холдингу працювало понад 27 000 осіб. Один з лідерів експорту: у 2022 році експортна виручка компанії склала понад 1,4 млрд дол. США. [3]

Також товариство відіграє важливу роль у розвитку агропромислового комплексу України. Є лідером з виробництва курятини. У 2022 році компанія виробила понад 700 тис. тонн курячого м'яса. ПрАТ «МХП» інвестор у нові

технології та інновації. У 2022 році компанія інвестувала в розвиток понад 4 млрд грн. Впроваджує високі стандарти якості та безпечності продукції. У 2022 році компанія отримала сертифікат ISO 22000.

У компанії діє програма підтримки місцевих громад: у 2022 році компанія виділила понад 100 млн. грн. на соціальні проекти. Війна в Україні негативно вплинула на діяльність МХП. У 2022 році компанія втратила близько 30% своїх виробничих потужностей. МХП планує відновити втрачені виробничі потужності та розширити свою присутність на українському та міжнародних ринках. МХП має перспективи для подальшого розвитку.

Основні аспекти господарського значення ПрАТ «МХП»:

- *Стимулювання розвитку суміжних галузей:* МХП співпрацює з багатьма постачальниками сільськогосподарської, кормової та ветеринарної продукції, щоб стимулювати розвиток цих галузей;

- *Впровадження інновацій:* МХП постійно впроваджує нові технології та інновації у виробництво для підвищення ефективності та конкурентоспроможності;

- *Розвиток інфраструктури:* МХП інвестує в розвиток інфраструктури в сільській місцевості, де розташовані його підприємства, покращуючи умови життя людей.

- *Підтримка освіти та науки:* МХП співпрацює з навчальними закладами, готує фахівців для аграрного сектору [2].

Принципи екологізації виробництва ПрАТ «МХП» відображають його зобов'язання до сталого розвитку та дбайливого ставлення до навколишнього середовища. Основні засади включають:

1) *Впровадження екологічних стандартів:*

- ISO 14001: система екологічного менеджменту, що гарантує мінімізацію впливу на довкілля [6];

- ISO 14021: екологічні маркування, що дає споживачам інформацію про екологічні характеристики продукції [5];

- EMAS: система екологічного менеджменту та аудиту, що підтверджує високий рівень екологічної відповідальності.

2) *Використання ресурсоефективних технологій:*

- Енергозбереження: модернізація обладнання, впровадження систем енергоменеджменту, використання енергоефективних джерел енергії (сонячні панелі, біогазові установки);

- Водозбереження: рециклінг води, використання систем крапельного зрошення, очищення стічних вод;

- Зменшення викидів: очищення газів, очищення стічних вод, знешкодження відходів [1].

3) *Зменшення впливу на довкілля:*

- Очищення газів: очисні споруди на підприємствах, використання фільтрів та інших систем очищення;

- Очищення стоків: локальні очисні споруди, біологічні очисні споруди;

- Знешкодження відходів: переробка, компостування, утилізація.

4) Використання екологічно чистих пакувальних матеріалів:

- Біорозкладні: упаковка з паперу, картону, кукурудзяного крохмалю;
- Вторинно перероблені: упаковка з пластику, скла, металу.

5) Підтримка та розвиток органічного землеробства:

- Вирощування кормів без хімічних добрив та пестицидів;
- Збереження родючості ґрунту.

6) Просвітницька робота:

- Екологічні освітні програми для школярів та студентів;

- Інформування населення про екологічні принципи виробництва ТМ «НашаРяба» [1].

На кожному підприємстві МХП є штатний еколог або особа, відповідальна за охорону навколишнього середовища. ПрАТ «МХП» постійно вдосконалює систему екологічного менеджменту та впроваджує нові інноваційні рішення, щоб мінімізувати вплив на довкілля та забезпечити випуск екологічно чистої та безпечної продукції [1].

ПрАТ «МХП» (Миронівський хлібопродукт) – один з лідерів агропромислового комплексу України, що прагне до екологізації своєї діяльності. Впровадження екологічних принципів має значний вплив на зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, очищення стічних вод перед скиданням у водойми, зменшення утворення та безпечне поводження з твердими відходами.

Задля запобігання негативного впливу на атмосферне повітря підприємство приймає рад заходів, такі як: встановлення фільтрів на вихлопні труби котелень, елеваторів та інших джерел викидів; використання енергоефективних технологій, що зменшують споживання палива та викиди парникових газів; перехід на альтернативні джерела енергії, такі як біопаливо; регулярний контроль за викидами забруднюючих речовин [7].

Завдяки цим заходам, МХП протягом 2022 року зменшив викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря на 15% та парникових газів на 10%.

ПрАТ «МХП» вживає комплексних заходів, спрямованих на мінімізацію утворення стічних вод та їх безпечне очищення перед скиданням у водойми. Система оборотного водопостачання дозволяє повторно використовувати воду на виробничих процесах, що значно зменшує її загальне споживання. Локальні очисні споруди оснащені сучасними технологіями, забезпечують ефективне очищення стічних вод від забруднюючих речовин. Регулярний контроль якості очищених стоків гарантує їх відповідність встановленим нормативам перед скиданням у водойми [8].

Завдяки комплексному підходу ПрАТ «МХП»: зменшує обсяг утворення стічних вод; забезпечує високий рівень їх очищення; зберігає природні ресурси та мінімізує вплив на довкілля [1].

Підприємство вживає комплексних заходів, спрямованих на мінімізацію утворення твердих відходів та їх безпечне поводження [9]. Ці заходи включають:

- впровадження систем сортування, що дозволяє розділити відходи на різні категорії для їх подальшої переробки;

- переробку відходів з метою повторного використання цінних матеріалів та зменшення обсягу сміття, що потребує захоронення;
- використання відходів для виробництва енергії як екологічно чистий та економічно вигідний спосіб утилізації;
- безпечне зберігання та захоронення відходів, які не підлягають переробці, для мінімізації їх негативного впливу на довкілля.

Завдяки цим заходам протягом 2022 року ПрАТ «МХП» досягло значних результатів. Зменшення обсягу утворення твердих відходів на 7%. Переробка 80% відходів, що утворилися. ПрАТ «МХП» має власні потужності з переробки відходів та співпрацює з компаніями, що спеціалізуються на цій сфері. Підприємство регулярно проводить просвітницькі кампанії з метою підвищення екологічної свідомості своїх працівників.

ПрАТ «МХП» є одним з найбільших агропромислових холдингів України. Торгова марка «Наша Ряба» – один з найвідоміших брендів курячого м'яса в країні. ПрАТ «МХП» прагне до забезпечення екологічної безпечності та високої якості продукції, що випускається. Для цього на підприємстві впроваджена система екологічного контролю якості продукції.

Система екологічного контролю на ПрАТ «МХП» ТМ «Наша Ряба» » включає наступні елементи:

- Вхідний контроль: сировина, матеріали та комплектуючі, що використовуються для виробництва продукції, проходять ретельний контроль на відповідність екологічним стандартам;
- Операційний контроль: на всіх етапах виробничого процесу здійснюється контроль за дотриманням екологічних вимог;
- Вихідний контроль: готова продукція перевіряється на відповідність екологічним стандартам перед тим, як потрапити на ринок.

Для контролю екологічних показників на підприємстві використовуються різні методи:

- візуальний контроль (огляд та перевірка на наявність явних дефектів, невідповідностей);
- лабораторні дослідження (вимірювання та аналіз показників екологічної безпечності);
- інструментальний контроль (використання спеціальних приладів та обладнання для контролю екологічних параметрів).

Система екологічного контролю на ПрАТ «МХП» ТМ «Наша Ряба» є задокументованою. Представлені такі документи як: Політика в галузі екології: декларує принципи та цілі підприємства в сфері екології. Програма екологічного контролю: визначає порядок та методи контролю екологічних показників. Журнали обліку: фіксуються результати контролю та вжиті заходи [1].

Відповідальність за впровадження та дотримання системи екологічного контролю на ПрАТ «МХП» ТМ «Наша Ряба» покладається на ряд осіб та підрозділів:

Керівництво підприємства:

- генеральний директор несе загальну відповідальність за екологічну політику та діяльність підприємства;

- директор з екології та природокористування відповідає за розробку та впровадження системи екологічного контролю, а також за координацію роботи всіх підрозділів у цій сфері;

- служба екологічного контролю відповідає за проведення контрольних заходів на всіх етапах виробництва, а також за ведення документації з екологічних питань.

- Виробничі підрозділи – керівники та працівники виробничих підрозділів відповідають за дотримання екологічних вимог на своїх робочих місцях. Інші підрозділи:

- відділ закупівель відповідає за контроль екологічних характеристик сировини, матеріалів та комплектуючих;

- відділ маркетингу відповідає за те, щоб інформація про екологічні характеристики продукції доводилась до споживачів.

Зовнішні аудитори здійснюють незалежний контроль за дотриманням підприємством екологічних вимог [1].

Впровадження системи екологічного контролю на ПрАТ «МХП» ТМ «Наша Ряба» є дуже дієвою. Система сприяє підвищенню екологічної безпечності продукції. Завдяки ретельному контролю сировини, матеріалів та комплектуючих, а також дотримання екологічних вимог на всіх етапах виробництва, продукція ПрАТ «МХП» ТМ «Наша Ряба» відповідає високим екологічним стандартам. Це гарантує безпечність продукції для споживачів та довкілля. Підприємство використовує екологічно чисті технології та обладнання, що мінімізують викиди шкідливих речовин в атмосферу та скиди забруднених вод. Також на підприємстві впроваджена система рециклінгу та повторного використання відходів. Завдяки впровадженню системи екологічного контролю, ПрАТ «МХП» ТМ «Наша Ряба» значно зменшило негативний вплив на довкілля.

Підприємство постійно шукає можливості для економії ресурсів, таких як вода та енергія. Також на підприємстві впроваджена система екологічного менеджменту, яка відповідає міжнародним стандартам ISO 14001.

Екологічно чиста та безпечна продукція ПрАТ «МХП» ТМ «Наша Ряба» користується високим попитом у споживачів. Це дає підприємству конкурентну перевагу на ринку. Зростає екосвідомість споживачів, які все частіше обирають продукцію, що відповідає високим екологічним стандартам. ПрАТ «МХП» активно позиціонує себе як екологічно відповідальна компанія, що робить її продукцію ще більш привабливою для споживачів [2].

Впровадження системи екологічного контролю та дотримання екологічних вимог свідчить про відповідальність ПрАТ «МХП» ТМ «Наша Ряба» перед своїми споживачами, партнерами та суспільством. Це підвищує імідж підприємства та робить його більш привабливим для інвесторів. Підприємство бере активну участь у природоохоронних проектах та акціях, що також позитивно впливає на його імідж.

Висновки. ПрАТ «МХП» ТМ «Наша Ряба» є одним з лідерів агропромислового комплексу України, який прагне до екологізації своєї

діяльності. Впровадження екологічних принципів має значний вплив на зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, очищення стічних вод перед скиданням у водойми, зменшення утворення та безпечне поводження з твердими відходами. Підприємство має значні досягнення в сфері екологічного виробництва: підвищення екологічної безпечності продукції, зростання екосвідомості споживачів та попиту на екологічно чисту продукцію, підвищення іміджу підприємства та його конкурентоспроможності на ринку, зменшення негативного впливу на довкілля, зростання інвестиційної привабливості підприємства. ПрАТ «МХП» ТМ «Наша Ряба» є успішним прикладом поєднання економічного розвитку з екологічною відповідальністю. Впровадження системи екологічного контролю дозволяє підприємству виробляти безпечну продукцію та мінімізувати вплив на довкілля, що є важливим кроком на шляху до сталого розвитку.

Список використаної літератури

1. МХП. Охорона довкілля. URL: <https://mhp.com.ua/uk/pro-kompaniiu/okhorona-dovkillia>(дата звернення 02.04.2024.).
2. МХП. URL: <https://mhp.com.ua/uk/glorytoUkraine>(дата звернення 02.04.2024.).
3. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%A5%D0%9F_%28%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%8F%29(дата звернення 02.04.2024.).
4. Мерп. URL: <https://mepr.gov.ua/>(дата звернення 02.04.2024.).
5. ISO14021:2015. URL: <https://www.ecolabel.org.ua/iso-14021-dstu-iso-14021>(дата звернення 02.04.2024.).
6. ISO14001:2015. URL: <https://www.iso.org/iso-14001-environmental-management.html>(дата звернення 02.04.2024.).
7. Закон України «Про охорону атмосферного повітря». URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text> (дата звернення 02.04.2024.).
8. Закон України «Про охорону вод». URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1057-98-%D0%BF#Text>(дата звернення 02.04.2024.).
9. Закон України «Про відходи». URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80#Text>(дата звернення 02.04.2024.).

Вікторія ЖУРБЕЛЮК⁵,
студентка 2 курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
ННІ Агротехнологій та природокористування,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

БІОЛОГІЗОВАНА СИСТЕМА ЖИВЛЕННЯ СОЇ, ЯК ЕЛЕМЕНТ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ

***Анотація.** Визначено, що соя є досить пластичною сільськогосподарською культурою з великим потенціалом та значними посівними площами не тільки в Україні, а й світі. Унікальна за своїм складом вона поєднує в собі значну кількість господарсько-цінних ознак, та відіграє провідну роль у вирішенні проблеми рослинного білка, забезпечуючи при цьому одержання продуктів харчування високої якості. Крім того соя, як азотфіксуюча бобова культура є незамінною складовою біологічного землеробства, підвищуючи показники родючості ґрунту, що робить її одним із кращих попередників для наступних культур сівозміни. Встановлено тенденцію для формування максимальної площі листової поверхні як у середньораннього сорту сої Тріада – 45,3 тис. м²/га, так і середньостиглого Титан – 47,1 тис. м²/га за умов внесення мінеральних добрив у дозі N₃₀P₆₀K₆₀.*

***Ключові слова:** соя, фази розвитку культури, біологічні препарати, продуктивність.*

***Annotation.** It was determined that soybean is a fairly plastic agricultural crop with great potential and significant cultivated areas not only in Ukraine, but also in the world. Unique in its composition, it combines a significant number of economic and valuable features, and plays a leading role in solving the problem of vegetable protein, while ensuring the production of high-quality food products. In addition, soybean, as a nitrogen-fixing leguminous crop, is an indispensable component of biological agriculture, increasing soil fertility indicators, which makes it one of the best predecessors for subsequent crop rotations. A trend was established for the formation of the maximum leaf surface area in both the medium-early Triada soybean variety – 45.3 thousand m²/ha, and the medium-mature Titan – 47.1 thousand m²/ha under the conditions of application of mineral fertilizers in the dose of N₃₀P₆₀K₆₀.*

***Key words:** Soy, phases of culture development, biological preparations, productivity.*

***Вступ.** Зернобобові культури належать до групи цінних в агроекологічному плані рослин сучасної інтенсивної сівозміни, оскільки здатні підвищувати родючість ґрунтів як за рахунок симбіотичної азотфіксації*

⁵Наук. керівник: Вradій О.І., кандидат с-г наук, старший викладач кафедри екології та ОНС ВНАУ.

бульбочковими бактеріями на коренях рослин, так і завдяки оптимальному співвідношенню у їх вегетативній масі вуглецю та азоту, на відміну від зернових злакових культур. Саме явище азотфіксації – один з найважливіших процесів, який забезпечує кругообіг азоту в природі та формує біологізовану систему зернобобових на біологічну продуктивність рослин [6].

Однак, рослини самостійно не можуть засвоювати молекулярний азот, що змусило людство шукати способи забезпечення рослин цим важливим елементом через промисловий синтез азотних сполук, доступних для рослин, але, не зважаючи на це, природний процес азотфіксації бобовими культурами у симбіозі з бульбочковими бактеріями залишається важливим і достатньо дешевим заходом підвищення родючості ґрунтів. У процесі вирощування кожної сільськогосподарської культури перед товаровиробником постає першочергове завдання щодо створення сприятливих умов для реалізації її потенціальних можливостей. У зв'язку з розширенням посівних площ такої зернобобової культури як соя виникає питання з'ясування та формування умов живлення, щоб забезпечити високу її продуктивність. Важливим фактором стримування зростання продуктивності сої є недостатньо удосконалена система удобрення цієї культури. Як відомо з літературних джерел, соя на формування 1 ц насіння потребує 7,2–10,0 кг азоту, 1,8–4,0 кг фосфору та 2,2–4,4 кг калію. Серед макроелементів рослини сої найбільше засвоюють азот. Завдяки здатності сої до фіксації азоту з повітря та проведення інокуляції її насіння ця культура забезпечує свої потреби в азоті майже на 70 % [3, 4].

Соя є досить пластичною сільськогосподарською культурою з великим потенціалом та значними посівними площами не тільки в Україні, а й світі. Унікальна за своїм складом вона поєднує в собі значну кількість господарсько-цінних ознак, та відіграє провідну роль у вирішенні проблеми рослинного білка, забезпечуючи при цьому одержання продуктів харчування високої якості. Крім того соя, як азотфіксуюча бобова культура є незамінною складовою біологічного землеробства, підвищуючи показники родючості ґрунту, що робить її одним із кращих попередників для наступних культур сівозміни [1, 2].

Виклад основного матеріалу. Сприятливі кліматичні умови та земельні ресурси Вінницької області зумовлюють високий потенціал виробництва сільськогосподарської продукції [2]. Територія Вінницької області за агрокліматичними умовами поділяється на три райони: північно-східний, центральний та південний. Характеризується вологим і помірно теплим кліматом. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) 1,7 – 1,8. Близько 70 % опадів випадає у теплий період року і 30 % у холодний [5]. Основні кліматичні показники центральної зони Вінницької області вказують на те, що ґрунтово-кліматичні умови Лісостепу правобережного є цілком сприятливими для вирощування більшості сільськогосподарських культур в тому числі і сортів сої різних груп стиглості.

Згідно програми досліджень передбачалось дослідити ріст, розвиток, формування елементів продуктивності сортів сої різних груп стиглості залежно впливу доз мінеральних добрив та різних строків позакореневого підживлення

органо-мінеральним добривом (позакореневе підживлення у фазу 3-їй трійчастий листок, позакореневе підживлення у фазу бутонізації) в умовах села Сербинівці Жмеринського району Вінницької області.

У період проведення нами досліджень удобрення здійснювалося за рахунок внесення калійних та фосфорних добрив (40 % калійна сіль і суперфосфат простий гранульований). Вносили мінеральні добрива розраховуючи $P_{60}K_{60}$ кг/га д.р. в основний обробіток ґрунту та азотні у формі аміачної селітри (N_{30}) під передпосівне удобрення. Оброблення насіння біокулянтном Різолан проводили в день посіву рівномірно змішуючи біопрепарат з насінням сої. Різолан – біопрепарат для інокуляції насіння сої, гороху та інших бобових культур. До складу препарату входять життєздатні клітини бульбочкових бактерій, які мають унікальну симбіотичну спорідненість до бобових культур (*Bradyrhizobium japonicum*, симбіотичні до сої; титр $(4,0-6,0) \times 10^9$ КУО/см³; *Rhizobium leguminosarum*, симбіотичні до гороху, титр $(4,0-6,0) \times 10^9$ КУО/см³; інші штами бульбочкових бактерій, симбіотичні до певних бобових культур) і макро- та мікроелементи, біологічно активні продукти життєдіяльності бактерій (вітаміни, гетероауксини, гібереліни тощо).

Амінорост – комплексний препарат, який містить набір основних вільних амінокислот рослинного походження, отриманих шляхом ферментативного гідролізу. Також до складу препарату входять інші біологічно активні речовини (вітаміни групи В, фітогормони, органічні кислоти та ін.). Дані амінокислоти знаходяться в легкозасвоюваній для рослини формі (L- α -амінокислоти) і можуть швидко та без додаткових затрат енергії бути залучені до обміну речовин. Застосувавши препарат Амінорост у відповідні (критичні) фази росту та розвитку рослин, ми забезпечуємо рослини доступними амінокислотами, в результаті чого звільнена енергія витрачається для інших фізіологічних процесів [3].

Впродовж періоду здійснення дослідів у 2023 році показник тривалості вегетаційного періоду в цілому та міжфазних періодів окремо у значній мірі залежав від біологічних характеристик сортів та в дещо нижчій мірі від передпосівного оброблення посівного матеріалу. Фазу повні сходи рослин сої в залежності від сортової характеристики, фіксували на 11–15 добу після посіву. Під впливом факторів, що вивчалися у досліді, фазу початок бутонізації відмічено на 37-38 добу у рослин сої сорту Титан. Рослини сої сорту Тріада вступили у дану фазу вегетації на 39-40 добу після появи сходів (табл. 1).

Здійснення оброблення насіннєвого матеріалу на окремих варіантах у польовому досліді спричиняло затримання настання фази бутонізації у досліджуваних сортів сої порівнюючи із контролем. Дане явище можна пояснити активною їх вегетацією і ростом на даних варіантах завдячуючи покращеному живленню рослин сої азотом.

Використання біопрепарату Амінорост для передпосівного оброблення насіння призвело до фіксації фази бутонізації у сорту Титан – через 37 діб, Тріада – через 39 діб по фіксації фази повні сходи. Обробка посівного матеріалу інокулянтном Різолан 2,8 л/т призвела до сповільнення фіксації фази

бутонізація сортів сої, котрі вивчалися на 1–2 доби порівнюючи із контролем. Сорт сої Титан на відповідних варіантах вступав у дану фазу на 38 добу, а сорт Тріада – на 40 добу по появі сходів.

Таблиця 1

Довжина періодів від повних сходів до настання наступних вегетаційних фаз в залежності від передпосівного оброблення насіння, діб

Передпосівне оброблення насіння	Бутонізація	Початок цвітіння	Повний налив бобів	Повна стиглість
Титан				
Без обробки (контроль)	37	41	93	112
Амінорост (200 мл/т)	37	41	93	112
Різолайн 2,8 л/т	38	41	92	111
Амінорост +Різолайн	38	40	92	111
Тріада				
Без обробки (контроль)	39	43	98	116
Амінорост (200 мл/т)	39	42	97	117
Різолайн 2,8 л/т	40	43	98	116
Амінорост + Різолайн	40	42	97	117

Передпосівне оброблення біологічним препаратом Амінорост та наступна його обробка біоінокулянтном Різолайн вплинуло на перехід у фазу бутонізація. У сорту Титан він відбувся через 38 діб, у сорту Тріада через 40 діб по настанню фази повні сходи. Значна варіація у тривалості генеративних фаз росту та розвитку відбувається під впливом різних груп стиглості сортів. Найтривалішою у сої може бути фаза цвітіння та тривати як від 20 до 40 діб так і в певних ситуаціях сягати до 90 діб. Ріст головного стебла та бічних гілок також може тривати і у фазу цвітіння у рослин сої. Завершення росту на верхівці стебла рослини сої зупиняється в кінці фази квітіння.

Дана фаза цвітіння стартувала у рослин сої сорту Титан через 41–42 доби, Тріада – 42–43 доби по появі сходів. Проведення оброблення насіння сої біопрепаратом Амінорост та штамми азотфіксуючих та фосформобілізуєчих бактерій інокулянтном Різолайн сприяло прискоренню початку фази цвітіння в сортів, що досліджувалися. У середньому за період здійснення досліду довжина періоду вегетації середньостиглого сорту Титан була 111–112 діб та середньораннього сорту Тріада – 116–117 діб. У цілому довжина вегетаційного періоду сортів сої, котрі вивчалися змінювалася в межах однієї – двох діб при вирощуванні варіантів, де здійснювалася передпосівна обробка насінневого матеріалу біопрепаратом та біологічним інокулянтном.

Однією із головних складових властивостей, котрі впливають на формування урожайності культури є густина рослин на одиниці площі у фазу сходи та їх здатність до виживаності, або ж кількість рослин на площу

безпосередньо до збирання. Здійснення обробки насіння біостимулятором та біоінокулянтном показало їх вплив на польову схожість, густоту і виживаність рослин досліджуваних сотрів сої згідно до результатів, які одержали на дослідних ділянках. Визначено, що за рік проведення досліджень під впливом факторів досліду варіював показник польової схожості рослин сої, у сорту Титану межах 85,3-89,6 % також в сорту Тріада в межах 91,7-93,5 %. Це повпливало в свою чергу на показник густота рослин вже у фазу повні сходи – сорт Титан – 54,3-56,8 шт/м², сорт Тріада – 56,7-57,8 шт/м². Схожість насіння у досліджуваних сортів зростала. Сорт Титан зростання до 89,3%, а сорт Тріада – до 94,2%, разом із цим показник густоти рослин був сформований посівами в межах 54,3 та 57,2 шт./м².

Висновки. Застосування біопрепаратів у сортовій технології вирощування сої позитивно вплинуло на показники густоти рослин на посівах в динаміці. Також, зафіксовано вплив застосування конкретних біологічних препаратів, які вивчалися у досліді на проходження фенологічних фаз та загальну довжину вегетації в цілому, хоча він є незначним і, в загальному, процес утворення кореневої системи. Проведені спостереження динаміки росту та розвитку рослин різних сортів сої виявили, що інтенсивніший ріст центрального стебла відбувався у проміжку від фази бутонізація до початку масового цвітіння. На варіантах досліду де поєднувалася обробка посівного матеріалу інокулянтном та біорегулятором росту приріст у висоту був максимальним у межах досліду, і становив у сорту Титан –15,9 %; Тріада – 15,7 %.

Список використаної літератури

1. Мазур В.А., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Алексеев О.О. Сортові ресурси зернобобових культур в Україні: сучасний стан і перспективи використання: монографія. Вінниця: Твори, 2022. 196 с.
2. Мазур О.В. Вихідний матеріал для селекції зернобобових культур із підвищеною адаптивністю та зерновою продуктивністю в умовах Лісостепу Правобережного: монографія. Вінниця: ВНАУ, 2019. 345 с.
3. Мазур О.В. Відмінності зернобобових культур за пластичністю і стабільністю господарсько-цінних ознак. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. №12. С.69-86.
4. Панцирева Г.В., Паламарчук І.І., Литвинюк Г.В. Формування симбіотичного потенціалу квасолі овочевої залежно від застосування біопрепарату в агроценозах правобережного Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБІП*. № 5 (75). 2018. С. 1-15.
5. Ткачук О.П., Алексеев О.О. Технологічні та агроекологічні показники сортів сої за стиглістю. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2022. Випуск 2 (48). С.165-172.
6. Ткачук О.П., Врадій О.І. Баланс поживних речовин у ґрунті при вирощуванні зернобобових культур. *Екологічні науки*. 2022. № 2 (41). С.43–48. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.7>

7. Ткачук О.П., Врадій О.І. Параметри кореневих систем бобових багаторічних трав як чинник впливу на агроекологічний стан ґрунту. *Екологічні науки*. 2023. № 1 (46). С.153–161.

Дмитро КЛЕШКО⁶,
студент 1 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ НА ФІЗІОЛОГІЮ ТА МОРФОЛОГІЮ РОСЛИН

Анотація. Ця стаття присвячена вивченню впливу забруднення довкілля на фізіологію та морфологію рослин. Зосереджуючись на сучасному стані досліджень та майбутніх перспективах, ми аналізуємо різноманітні типи забруднення, включаючи важкі метали, пестициди, азотні сполуки і фторовмісні речовини, а також фізичні забруднення, такі як викиди промислових газів і пил. На основі проведених досліджень ми висвітлюємо наслідки цих забруднень для фізіологічних процесів рослин, таких як фотосинтез, дихання та водний обмін, а також їхні впливи на морфологію рослинних організмів. Надаються приклади різних стратегій адаптації рослин до негативних наслідків забруднення, включаючи механізми внутрішньої захисту і здатність до фітопроявів. Отже, ми робимо висновок про важливість розуміння цього впливу для розробки стратегій збереження рослинних екосистем та прогнозування можливих наслідків для біорізноманіття та здоров'я людей.

Ключові слова: забруднення, внутрішні зміни, фітореабілітація

Annotation. This article is dedicated to studying the impact of environmental pollution on the physiology and morphology of plants. Focusing on the current state of research and future prospects, we analyze various types of pollution, including heavy metals, pesticides, nitrogen compounds, and fluorine-containing substances, as well as physical pollutants such as industrial gas emissions and dust. Based on conducted research, we illuminate the consequences of these pollutants for the physiological processes of plants, such as photosynthesis, respiration, and water exchange, as well as their effects on the morphology of plant organisms. Examples of different adaptation strategies of plants to the negative consequences of pollution are provided, including mechanisms of internal protection and phytoremediation capability. In conclusion, we emphasize the importance of understanding this impact

⁶Науковий керівник: Яковець Л.А. кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

for developing strategies to conserve plant ecosystems and predict potential consequences for biodiversity and human health.

Key words: *pollution, internal changes, phytorehabilitation*

Вступ. У останні десятиліття проблема екологічного забруднення вийшла на перший план у глобальних викликах, глибоко впливаючи на екосистеми та організми у них. Серед найбільш вразливих організмів є рослини, які відіграють фундаментальну роль у підтримці екологічного балансу та підтримці життя на Землі. Розуміння складного взаємозв'язку між екологічними забруднювачами та фізіологією та морфологією рослин є ключовим для розробки ефективних стратегій зменшення негативних впливів забруднення та забезпечення здоров'я як природних екосистем, так і людських популяцій.

Досліджуючи сучасний стан наукових досліджень та досліджуючи потенційні напрямки подальших досліджень, ми прагнемо пролити світло на багатогранність цієї проблеми. Від забруднення ґрунту та води важкими металами та агрохімікатами до викидів забруднювачів в атмосферу від промислових діяльностей, різноманітні форми забруднення становлять значні загрози рослинам у всьому світі.

Через цю статтю ми прагнемо розкрити механізми, за якими рослини реагують на стресові фактори довкілля, включаючи фізіологічні адаптації та морфологічні зміни. Синтезуючи наявні знання та представляючи останні відкриття, ми прагнемо сприяти глибшому розумінню викликів, що створює екологічне забруднення, і підкреслюємо важливість негайних заходів для зменшення його шкідливих наслідків для біорізноманіття рослин та цілісності екосистем.

Виклад основного матеріалу. З кожним роком довкілля все більше потерпає від забруднення різноманітними чинниками. Основним джерелом забруднення атмосферного повітря, ґрунтових вод та ґрунтів є антропогенний чинник, тобто діяльність людини. Одним з основних типів забруднення є важкі метали, які можуть накопичуватися в ґрунті та воді та потім впливати на рослини через їх всмоктування корінням. Фізичні забруднення, такі як викиди промислових газів та пил, також можуть спричиняти значні зміни у фізіології та морфології рослин. Ці забруднення можуть призводити до загазовування листя та блокування світла, що може призвести до зниження фотосинтетичної активності рослин. А пригнічення такого вкрай важливого процесу означає те, що рослина не може повноцінно синтезувати органічні речовини та проводити всі біохімічні процеси необхідні для життя. Такий рівень забруднення довкілля спричинений урбанізацією населення, розвитком індустрії та ростом населення, що провокує збільшення об'ємів виробництва необхідних ресурсів, як: електроенергія, продукція аграрного сектору, авто- та машинобудівельна продукція та інші вкрай важливі аспекти життя сучасної людини [1]. За даними Всесвітньої організації охорони навколишнього середовища (UNEP), близько 80 % забруднення ґрунтів світу пов'язано зі

сільськогосподарськими практиками, включаючи використання пестицидів та мінеральних добрив [1].

За даними Всесвітньої організації здоров'я (ВНО), понад 90 % світового населення живе у міських областях, де рівні забруднювачів повітря можуть перевищувати норми, що призначені для захисту здоров'я [1].

Дослідження, проведені Управлінням з охорони навколишнього середовища США, показали, що забруднення повітря може призвести до зниження урожайності сільськогосподарських культур на 10-25 % [1].

За даними Міжнародного союзу охорони природи (IUCN), близько 25 % сучасних видів рослин знаходяться під загрозою вимирання через антропогенний вплив, включаючи забруднення довкілля [1].

Дослідження, проведені Міжнародним агентством з атомної енергії (ІАЕА), показали, що забруднення води важкими металами може спричинити погіршення фізіологічного стану та зниження врожайності рослинних культур [1].

До основного джерела забруднення агроecosystem можна впевнено віднести використання пестицидів та мінеральних добрив. Вони можуть впливати на фізіологічні процеси, такі як фотосинтез та дихання, призводячи до зниження продуктивності рослин та зниження їх життєздатності. Окрім того, вони мають токсичний вплив на ґрунтові мікроорганізми, які важливі для здоров'я рослинних екосистем. Різке підвищення використання пестицидів спровоковане розширенням культивованих земель, що стало сприятливими умовами для фітофагів через наявність чималої кормової бази. Це в свою чергу спонукає агровиробництва до використання інсектицидів, які своє дією завдають фатальних наслідків не тільки шкідникам, а й ентомофагам, які є природними регуляторами популяцій шкідників. Також, використання інсектицидів призвело до того, що нові покоління шкідників стають стійкими до діючих речовин препаратів, а це прокує до застосування нових і токсичніших препаратів, які забруднюють агроecosystem ще більше. Така діяльність людини може призвести до повного вимирання ентомофагів, яке може закінчитися втратою біорізноманіття і повною екологічною катастрофою [2, 3].

Незважаючи на ці негативні впливи, рослини мають адаптаційні механізми до забруднення довкілля, які включають різноманітні стратегії, що дозволяють їм виживати та функціонувати в умовах підвищеного рівня токсичних речовин у ґрунті, воді та повітрі. До таких адаптаційних механізмів відносять:

1. Фітоекстракція: деякі види рослин можуть активно здійснювати процес фітоекстракції, тобто вилучення токсичних речовин з ґрунту або води через корені та їх концентрацію у своїх тканинах. Цей механізм дозволяє рослинам знижувати токсичність довкілля та знижувати рівень забруднення.

2. Фітореабілітація: деякі рослини можуть мати здатність до фітореабілітації, що означає їхню здатність до руйнування або метаболізації токсичних сполук, що надходять у їхнє середовище. Цей процес допомагає рослинам нейтралізувати токсичні речовини та знижувати їхній негативний вплив на організм.

3. Внутрішній захист: деякі рослини розвивають внутрішні механізми захисту, такі як продукція антиоксидантів або інших захисних сполук, які допомагають їм захищати клітини від окислювальних пошкоджень, спричинених забрудненням.

4. Морфологічні зміни: рослини можуть розвивати морфологічні адаптації, такі як зміна форми листя, коренів або стебла, що дозволяє їм оптимізувати поглинання води та поживних речовин або зменшити контакт з токсичними сполуками.

Зусилля в напрямку розуміння впливу забруднення довкілля на рослини, а також розвиток методів боротьби з цими негативними наслідками, є ключовими завданнями для наукової спільноти. Майбутні дослідження мають на меті розкрити більше процесів адаптації рослин до забруднення та розробити нові методи захисту рослинних екосистем від негативного впливу забруднення довкілля. Додаткові дослідження можуть зосередитися на вивченні механізмів фітопроявів та метаболічних шляхів, які використовуються рослинами для нейтралізації токсичних сполук у середовищі. Розуміння цих механізмів може сприяти розробці біотехнологічних методів для поліпшення фітоочищення та фітореабілітації забруднених ділянок [4].

Крім того, важливо розглядати вплив забруднення довкілля на рослини в комплексі з іншими екологічними чинниками, такими як зміни клімату та втрати біорізноманіття. Ці процеси дуже сильно корелюють один з одним, тому для вирішення проблем забруднення потрібно звертати увагу і на ці показники. Інтегративні дослідження можуть допомогти краще розуміти взаємодію між цими факторами та їхнім спільним впливом на рослинний світ [4].

Нарешті, дослідження мають на меті розвинути стратегії адаптації для збереження рослинних популяцій та екосистем у забруднених областях. Це може включати в себе використання резистентних сортів рослин, створення зелених інфраструктур у міських середовищах та застосування методів фітосанації для відновлення здоров'я ґрунтів та водойм. Проте основним виходом з ситуації з забрудненням довкілля є контроль викиду шкідливих речовин в ґрунти, води та атмосферу [5].

Важливо також розглядати соціально-економічні аспекти впливу забруднення на рослини. Збурюючи природний баланс екосистем, забруднення може призвести до зменшення врожаю та втрати продуктивності сільськогосподарських культур. Це може мати серйозні наслідки для харчової безпеки та економічного розвитку регіонів, які залежать від сільського господарства [5].

Урахування цих аспектів у плануванні та впровадженні політики охорони навколишнього середовища є важливим кроком у забезпеченні сталого розвитку та збереженні природних ресурсів. Застосування екологічно чистих технологій та стимулювання природних процесів в очищенні середовища може допомогти зменшити негативний вплив забруднення на рослинний світ [5].

Важливим аспектом є також освітня робота та популяризація серед громадськості питань охорони навколишнього середовища та збереження

рослинного світу. Свідоме сприйняття людьми власної відповідальності за стан довкілля може призвести до змін у споживчих звичках та підтримки екологічних ініціатив.

Усе вищезазначене підкреслює важливість подальших досліджень та практичних заходів у галузі охорони рослинного світу в умовах зростаючого тиску на природні ресурси та забруднення довкілля. Тільки за допомогою комплексного підходу та спільних зусиль ми зможемо забезпечити стійкий розвиток та зберегти незамінний багатство рослинного світу для майбутніх поколінь [6].

У реакції на забруднення довкілля, рослини виявляють різні адаптаційні механізми, спрямовані на захист від негативного впливу токсичних речовин. Наприклад, деякі рослини можуть розвивати механізми фітоекстракції, які полягають у вилученні токсичних речовин з ґрунту та їх концентрації в органах рослин, що дозволяє знизити токсичність ґрунту. Інші види рослин можуть використовувати механізми фітореабілітації, що полягають у здатності до руйнування токсинів або накопичення їх у безшкідливій формі [6].

Наприклад, деякі види рослин, такі як гідрофіти, можуть бути досить стійкими до забруднення води токсичними речовинами, оскільки вони мають механізми для очищення води через фітоекстракцію та фітофільтрацію. Ці рослини можуть використовувати свої корені для вилучення забруднень з води, що допомагає покращити якість водних середовищ [6].

Усі ці механізми адаптації рослин свідчать про їхню здатність до саморегуляції та адаптації до змін у середовищі. Деякі з цих адаптацій можуть бути використані в сільському господарстві або при розвитку нових методів біоремедіації для очищення забруднених ґрунтів та водойм.

Крім того, важливим аспектом є вивчення впливу забруднення на морфологію рослин. Забруднення може призводити до змін у структурі та формі рослинних органів, що може мати серйозні наслідки для їхньої життєздатності та функціонування. Наприклад, деякі дослідження показали, що забруднення атмосфери важкими металами може спричинити деформації та втрату листя у рослин, що може знизити їхню фотосинтетичну активність та загрозити їхній виживання. Зміни у морфології також можуть відбуватися на рівні кореневої системи рослин. Наприклад, забруднення ґрунту токсичними речовинами може призводити до змін у рості та розвитку кореневих відростків, що може впливати на здатність рослин до забезпечення себе водою та поживними речовинами [7].

Дослідження в галузі морфологічних змін дозволяє краще розуміти адаптаційні механізми рослин до забруднення довкілля та розробляти стратегії захисту та відновлення рослинних популяцій. Враховуючи інформацію про зміни в морфології рослин, можна вчасно вживати заходів для збереження та відновлення рослинних екосистем, що є критично важливим для збереження біорізноманіття та підтримки екологічної стійкості [8].

Отже, подальші дослідження в галузі впливу забруднення довкілля на морфологію рослин необхідні для розуміння повного обсягу змін, які

відбуваються у рослинних популяціях під впливом антропогенних дій. Такі дослідження мають на меті не лише виявлення проблем, а й розробку ефективних стратегій управління середовищем для збереження рослинної різноманітності та забезпечення сталого розвитку.

Висновки. У цій статті, ми розглянули вплив забруднення довкілля на фізіологію та морфологію рослин, зосередившись на різноманітних аспектах цієї проблеми. Забруднення, таке як важкі метали, пестициди та інші хімічні речовини, а також фізичні забруднення, включаючи викиди промислових газів та пил, мають серйозний вплив на рослинний світ.

Наш виклад основного матеріалу показав, що рослини розвивають різні адаптаційні механізми, щоб протистояти негативним впливам забруднення. Ці механізми включають фітоекстракцію, фітореабілітацію та внутрішню захисту, які допомагають рослинам пережити в умовах забрудненого середовища. Крім того, ми розглянули зміни у морфології рослин, спричинені забрудненням, що може мати важливі наслідки для їхньої життєздатності та функціонування.

Загальний висновок полягає в тому, що забруднення довкілля є серйозним загрозою для рослинного світу та екологічної стійкості. Подальше дослідження в цій галузі необхідне для розуміння повного обсягу проблеми та розробки ефективних стратегій управління середовищем. Лише за умови спільних зусиль наукової спільноти, правління та громадськості ми зможемо забезпечити збереження рослинної біорізноманітності та здоров'я екосистем для нашої майбутньої планети.

Список використаної літератури

1. Мазур В.А., Ткачук О.П., Яковець Л.А. Екологічна безпека зернової та зернобобової продукції: монографія. Вінниця : Твори, 2020. 442 с.
2. Яковець Л.А. Екотоксикологічна оцінка зернової продукції агроценозів за вмістом залишків пестицидів в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 1 (16). Р. 226-237.
3. Мазур В.А., Ткачук О.П., Яковець Л.А. Нітрати: зниження забруднення зернової та зернобобової продукції : монографія. Вінниця : ТОВ «Друк», 2022. 168 с.
4. Yakovets L. Assessment of the ecological condition of agricultural soils in Ukraine. *Agriculture and Forestry*. 2021. № 3 (22). Р. 186-195.
5. Tkachuk O.P., Viter N.G., Pankova S.O., Titarenko O.M., Yakovets L.A. The current environmental state of the field protective forest belts of the forest steppe of Ukraine. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*. 2023. № 13/2. Р. 1-6.
6. Мазур В.А., Ткачук О.П., Яковець Л.А. Період зберігання зерна – як чинник підвищення його екологічної безпеки. С. 172-179 : колективна монографія : Природно-ресурсний та енергетичний потенціали: напрями збереження, відновлення та раціонального використання. ПП «Астрая», 2019. 279 с.
7. Амонс С.Е. Біологічний захист рослин в системі органічного землеробства. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 25. С. 167-176.
8. Yakovets L. Changes in heavy metals content in winter wheat grain and flour under right-bank forest-steppe conditions. *Agriculture and Forestry*. 2019. № 4 (15). С. 214-221.

Вікторія КОБЗАР⁷,
студентка 1 курсу,
факультет екології, лісового та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВИРОЩУВАННЯ КІМНАТНИХ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН

***Анотація.** Стаття присвячена дослідженню різноманітних кімнатних лікарських рослин, які не лише прикрашають наше простір, але й мають корисні властивості для здоров'я. У статті розглядаються такі аспекти, як вибір і догляд за рослинами, їх лікувальні властивості та застосування в побуті. Детально описуються популярні кімнатні лікарські рослини, їх вплив на клімат та психоемоційний стан людини. Ця стаття буде корисна як для любителів рослин, так і для тих, хто цікавиться природними методами підтримки здоров'я у домашніх умовах. В результаті дослідження різних лікарських рослин ми бачимо що вирощувати ці рослини в домашніх умовах зможе кожен початківець. Під час дослідження лікарських рослин ми дізнались їхніх лікувальних властивості, методи вирощування, вплив на здоров'я та ефективності використання в народній та альтернативній медицині. Це може бути корисно для виявлення нових препаратів або способів лікування захворювань.*

***Ключові слова:** кімнатні лікарські рослини, вирощування, догляд*

***Annotation.** The article is devoted to the study of various indoor medicinal plants, which not only decorate our space, but also have useful properties for health. The article deals with such aspects as the selection and care of plants, their medicinal properties and their use in everyday life. Popular indoor medicinal plants, their influence on the climate and psycho-emotional state of a person are described in detail. This article will be useful for both plant lovers and those interested in natural methods of maintaining health at home. As a result of the study of various medicinal plants, we see that every beginner can grow these plants at home. During the research of medicinal plants, we learned their medicinal properties, cultivation methods, health effects and effectiveness of use in folk and alternative medicine. This can be useful for discovering new drugs or ways to treat diseases.*

***Key words:** indoor medicinal plants, cultivation, care*

***Вступ.** Вирощування кімнатних лікарських рослин – це не лише захоплююче хобі, але й важливий аспект здорового та екологічного способу життя. У сучасному світі, де стрес та швидкий ритм життя стають нормою, вирощування рослин вдома може стати оазою спокою та заспокоєння. Ця наукова стаття присвячена вивченню методів вирощування кімнатних лікарських рослин, їхнім корисним властивостям для здоров'я та можливостям*

⁷Науковий керівник: Яковець Л.А. кандидат с.-г. наук, доцент кафедри, ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

їх використання в побуті. Ми дослідимо різноманітні види таких рослин, їх вплив на мікроклімат приміщення та способи, якими вони можуть поліпшити наше фізичне та психічне самопочуття [1].

Метацією наукової статті полягає в систематичному вивченні методів та технік вирощування кімнатних лікарських рослин з метою розкриття їхнього потенціалу для покращення якості життя людини. Крім того, стаття спрямована на аналіз корисних властивостей цих рослин та їхнього впливу на мікроклімат та психоемоційний стан людини в умовах внутрішнього приміщення. В результаті дослідження планується надати конкретні рекомендації щодо оптимальних умов вирощування кімнатних лікарських рослин із застосуванням наукових підходів, що сприятимуть підвищенню якості життя та підтримці здоров'я людини.

Виклад основного матеріалу. Багато рослини часто служать прикрасою інтер'єру. Але серед них є такі, які крім краси приносять користь бо мають лікувальні властивості. Ці рослини вичищають повітря в домі, забирають мікроби, а настої і примочки зроблені з них лікують від багатьох хвороб.

Агава вважається лікарською рослиною (рис. 1) не лише у народній, але й в офіційній медицині. На основі листя Агави виробляють декілька лікарських препаратів. Наприклад, у Китаї один із цих препаратів використовують для попередження вагітності [2].



Рис 1. Агава

А в народній медицині Агаву використовують як знеболюючі. Соком цієї рослини лікують виразку, гастрит та коліт, запалення сідничного нервів і ревматизм. Ще агаву застосовують за наявності обмороження, ран, наривів, фурункулів та опіків. Також знижують температуру і використовують у якості додаткового засобу під час астми і пневмонії.

Вирощування цієї рослини як і інших сукулентів не викликає складнощів. Вона є посухостійкою рослиною, тому якщо ви забудете її вчасно полити агави не дуже сильно постраждає. Улітку добре зростатиме і при 25 або ж 29 градусах. А ось у зимовий період бажано поставити її у більш прохолодне місце де температура не буде вищою за 17–15 градусів. Для нормального зростання обов'язковою умовою є велика кількість сонячного світла, тому що це південна рослина дуже світлолюбна [2].

Каланхое – цю рослину любителі кімнатних рослин знають так само, як і алое. Німецький поет філософ Гете уперше заговорив про її лікувальні властивості. В наших краях цю рослину називають домашній женьшень. Ця рослина корисна у період квітнення (а це триває більше 3 місяців). Каланхое квітнути розпочинає взимку– в цей час зменшується світловий день. Під час цього часу краще тримати каланхое на південному підвіконні. А найкращі місця під час вегетаційного періоду – східна і західна сторони (рис. 2.).



Рис 2. Каланхое

Щоб вирощувати каланхое потрібно правильний полив це на одним із найважливіших моментів, через надлишок води рослина може почати хворіти. Також поливати потрібно після повного висихання рослини. У зимовий період поливати потрібно не більше одного часу на 10 днів. З піддону слід завжди виливати воду. У іншому ця рослина не потребує особливих умов утримання [3].

Як лікування – каланхое використовують під час (виразок, пролежнів, свищів, фурункулів, гнійних ран). Рослина також лікує вугрі, дерматит, покращує стан шкіри.

Калізія запашна (золотий вус) допомагає часто в лікуванні таких хвороб як органів кровообігу, жовчного міхура та шлунково-кишкового тракту (рис. 3.). Ще допомагає у разі порушення обмінних процесів цукрового діабету, хвороб суглобів і зміцнює імунну систему. Також золотий вус лікує загоєння опіків та виразок і очищує гнійні рани виразок і очищує гнійні рани [3-5].



Рис 3. Калізія запашна

Калізія невибаглива, але потребує регулярних поливів, не регулярного підживлення та своєчасні обрізки.

Вічнозелена рослина лавр благородний – часто використовується в кулінарії для приправлення страв, а також у народній медицині як засіб для полегшення перетравлення та зниження запальних процесів. Крім того, його ефірні масла мають антисептичні та протизапальні властивості, які можуть бути корисними для захисту від інфекцій та підтримки загального здоров'я (рис. 4.).



Рис 4. Лавр Благородний

Виростити рослину зможе навіть новачок. Рослина не є дуже вибагливою не вимагає великої уваги і швидко адаптується до умов. У літній період рослині буде зручно на лоджії або ж балконі, так як там температура не перевищує 18-20 градусів.

Додаткових освітлено взимку рослина не вимагає і швидко витримує зниження температури до 13–15 градусів. Спосіб розмноження через насіння і живцями. Насіння кладуть у невеликий горщик, так як перші 2 роки коренева система розвивається повільно [3-5].

Не всі знають, але молодило покрівельне також володіє лікарськими властивостями. Цю рослину можна вирощувати як у відкритому ґрунті, так і дома в кімнаті. Сік цієї рослини має жарознижуючі бактерицидні властивості. Цією рослиною лікують термічні опіки, кладуть його й до місць укусів комах і на запалену шкіру (рис. 5.).



Рис 5. Молодило покрівельне

Цвіте молодило невиразними дрібними зірчастими або дзвоноподібними квітками. Молодило – сукулент універсальний, цю рослину можна садити поодинокі або ж складати цілі композиції з різних видів молодил, або з кількох

розеток одного виду. Поливати рослину потрібно дуже помірно, а у зимовий період – зменшити полив до 1–2 разів на 30 днів (після висихання ґрунту). При поливанні рослини потрібно, щоб вода не потрапляла на листя і між листя. Восени або навесні для рослини підходить кімнатна температура (+18 – +20). У відкритому ґрунті рослина добре переносить морози.

Ґрунт для рослини потрібен бідний і пухкий. Так як і для інших сукулентів також можна використовувати ґрунт для кактусів з додаванням дерев'яного вугілля (щоб забирали зайву вологу). Горщик потрібно широкий, на дно якого треба покласти шар дренажу, обов'язково горщик повинен мати дренажний отвір для зливу зайвої води. Садити потрібно на сонячному місці. Підживлення молодило не потребує. Росте рослина в ширину утворюючи густий килимок і затуляє собою сонце, і ніякі бур'яни через нього не проростуть. Щоб рослина мала гарний вигляд необхідно вчасно вирізати розетки, які відцвіли, тому що одразу ж після цвітіння відцвілі розетки гинуть. Їх місце одразу займе молоденьке молодило [3-5].

Найкраще місце де садити рослину на сонячних ділянках. Не потрібно садити його під деревами та кущами, тому що коли опадає листя воно може зачохнути та загинути.

Висновки. Отже, кімнатні лікарські рослини становлять цінний ресурс, для покращення здоров'я та благополуччя в домашніх умовах. Вони не лише прикрашають інтер'єр, але й мають цілющі властивості, які можуть сприяти зменшенню стресу, покращенню якості повітря та лікуванню різних недуг. Догляд за цими рослинами відкриває можливості для самостійного застосування природних методів підтримання здоров'я і додає гармонії у повсякденне життя.

Список використаної літератури

1. Криклива С. Д., Шевчук. О. А., Болоховська Т. О., Клімас Л. А. Вивчення лікарських рослин при проведенні навчально-польової практики з ботаніки. *Вісник Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова*. Вінниця, 2017. 11 (2). С. 718-722.

2. Булаховський К.О. Зелений вінок планети. Рослини й людство. Апріорі. 2021. 152 с.

3. Мазур В.А., Поліщук І.С., Телекало Н.В., Мордванюк М.О. Рослинництво. Частина І: навчальний посібник. Вінниця: ВЦ ТОВ «Друк», 2020. 352 с.

4. Новіков А., Барабаш-Красни Б. Сучасна систематика рослин. Загальні питання: навч. посіб. Львів : ЛігаПрес, 2015. 686 с.

5. Лікувальні властивості кімнатних рослин. URL: <https://dovidka.biz.ua/likuvalni-vlastivosti-kimnatnih-roslin/> (дата звернення 19.03.2024)

Валентин КОСТУР⁸,
студент 2 курсу навчання,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

БОНІТУВАННЯ ҐРУНТІВ ТА ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗЕМЕЛЬ

***Анотація.** Дана стаття пропонує глибоке розглядання двох важливих тем бонітування ґрунтів та економічної оцінки земель, яка відіграє ключову роль у сільському господарстві та розвитку сільських територій. В статті розглядаються методи бонітування ґрунтів, враховуючи їх потенціал для різноманітних сільськогосподарських культур та екологічних властивостей. Крім того, стаття аналізує економічні аспекти оцінки земель, включаючи вартість землі, її потенційність для вирощування різних культур, а також вплив різних факторів на ефективність використання земельних ресурсів. Ця стаття є корисним джерелом інформації для фахівців у галузі сільського господарства, екології та управління земельними ресурсами.*

***Ключові слова:** бонітування ґрунтів, економічна оцінка земель, продуктивність землі, методи бонітування.*

***Annotation.** This article offers an in-depth look at two important topics of soil grading and economic land valuation, which plays a key role in agriculture and rural development. The article examines soil grading methods, taking into account their potential for various agricultural crops and ecological properties. In addition, the article analyzes the economic aspects of land valuation, including the value of land, its potential for growing different crops, and the influence of various factors on the efficiency of land use. This article is a useful source of information for professionals in the field of agriculture, ecology and land management.*

***Key words:** soil grading, economic evaluation of land, land productivity, methods of grading.*

***Вступ.** Бонітування ґрунтів та економічна оцінка земель є важливими аспектами сільського господарства та землекористування, які визначають ефективність використання земельних ресурсів і забезпечують сталий розвиток сільських територій. Знання про якість ґрунту та його потенціал для різних видів сільськогосподарських культур дозволяє максимізувати врожайність і забезпечити стабільний виробничий процес. Економічна оцінка земель, у свою чергу, визначає вартість землі, її прибутковість та потенційність для інвестицій. В даній статті ми розглянемо основні аспекти бонітування ґрунтів та економічної оцінки земель, а також їх важливість для сільськогосподарського сектору та сталого розвитку сільських територій [1, 3].*

⁸Науковий керівник: Ціцюра Я. Г. кандидат с.-г. наук, доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ.

Виклад основного матеріалу. Економічна оцінка земель є важливою складовою державного земельного кадастру, що надає об'єктивну кількісну характеристику родючості ґрунтів за економічними показниками. Вона визначає економічний вигоду від використання земель різної якості, враховуючи продуктивність праці в сільському господарстві та рівень інтенсивності землеробства.

У свою чергу, економічна оцінка земель включає в себе порівняльну оцінку економічної родючості ґрунтів, зокрема їх фактичної та потенційної продуктивності та місцезнаходження. Цей процес є важливим елементом визначення ефективного використання земельних ресурсів та розвитку сільських територій.

Практичне застосування економічної оцінки земель у сільському господарстві та під час створення земельного кадастру передбачає врахування методичних підходів до визначення впливу різних природно-економічних умов на продуктивність праці та економічні результати виробництва [2].

Історично економічна оцінка земель була спрямована переважно на оцінку земель сільськогосподарського призначення. Проте сьогодні важливо оцінювати всі земельні ділянки країни як природний ресурс та основний засіб виробництва в сільському господарстві.

Регулювання відносин щодо земельних ресурсів не обмежується лише сільським господарством. Включення землі до складу основних виробничих фондів несільськогосподарських підприємств передбачає оплату земельного податку за використання цих земель у формі компенсаційних виплат.

Таким чином, економічна оцінка земель, разом з бонітуванням ґрунтів, становить невід'ємну частину оціночного процесу, що базується на єдиних даних реєстрації земельних володінь та землекористувань, а також на матеріалах обстежень та економіко-статистичної інформації про виробничі показники використання земель [2, 4].

Бонітування ґрунтів та економічна оцінка земель розглядаються як нерозривний процес, що визначає продуктивність земельних ресурсів. Природні характеристики ґрунтів, їх технологічні особливості та місцезнаходження, а також інтенсивність виробництва взаємодіють та одночасно впливають на результативність землеробської праці.

Однією з ключових відмінностей між економічною оцінкою земель та бонітуванням ґрунтів є те, що перше враховує економічні умови господарювання на земельних ділянках. В той час як бонітування досліджує лише природні аспекти ґрунту, не враховуючи економічних умов його використання в сільському господарстві.

Економічна оцінка земель повинна здати точний облік різниць у їх продуктивності з урахуванням рівня інтенсивності виробництва. Ця оцінка базується на місцевих природних та економічних умовах виробництва, географічному розташуванні ділянок, а також на затратах праці та ресурсів, необхідних для отримання сільськогосподарської продукції (таб.1) [4].

Вплив на економічну оцінку земель в Україні [4].

Чинники	Економічна оцінка земель
Рівень продуктивності	Визначається якістю ґрунтів та кліматичними умовами. Рівень урожайності впливає на доходи сільськогосподарських підприємств і, відповідно, на вартість земельних ділянок.
Ринок праці	Наявність робочої сили у сільських районах та рівень заробітної плати можуть впливати на ефективність сільського господарства та, відповідно, на ціну землі.
Географічне розташування	Залежно від відстані до ринків збуту та інфраструктури, ціна землі може змінюватися. Землі, розташовані ближче до торговельних центрів, можуть мати вищу вартість.
Підтримка держави	Субсидії, допомога в сільському господарстві та інші форми підтримки можуть впливати на прибутковість виробництва та, відповідно, на вартість землі.
Податкова політика	Величина податків на землю та інші обов'язкові платежі можуть впливати на фінансове навантаження сільських господарств та, відповідно, на їхню здатність купувати та утримувати землю.

Важливо зазначити, що економічна оцінка земель не обмежується лише оцінкою сільськогосподарських ділянок, але охоплює всі категорії земель, визначаючи їхню роль у суспільному виробництві та раціональному використанні.

У відмінну від бонітування ґрунтів, економічна оцінка земель враховує не лише родючість, але й місцезнаходження відносно пунктів продажу та постачання, що впливає на ефективність виробництва та витрати ресурсів. Таким чином, вона визначає співвідношення між вартістю продукції та затратами на її виробництво на різних типах земель.

Розмір земельної ренти і диференціального доходу визначається порівнянням обсягу продукції, отриманої з кращих та середніх земель, з результатами, отриманими з менш продуктивних ділянок. Ця рента виявляється через різницю між індивідуальною вартістю виробництва і загальною, яка враховує умови праці на менш родючих землях.

Формування земельної ренти та диференціального доходу залежить від численних чинників: економічних, організаційно-господарських та природно-історичних. Економічні фактори впливають на загальну оцінку земель шляхом зміни затрат виробництва в залежності від відстані до ринків збуту та баз постачання. Збільшення відстані призводить до збільшення витрат, а отже, зниження рентабельності.

Організаційно-господарські аспекти також відіграють значну роль у формуванні оцінки земель. Віддаленість від виробничих центрів, структура земельних ділянок та інші фактори можуть впливати на вартість виробництва.

Форма земельного устрою території також впливає на її цінність, оскільки невелике розташування меж, конфігурація та інші аспекти можуть призвести до збільшення витрат та зниження показників продуктивності.

Склад та співвідношення земельних угідь також важливі для оцінки земель. Господарства з переважанням ріллі та багаторічних насаджень можуть мати вищу загальну оцінку, оскільки ці види використання земель відомі своєю продуктивністю.

Економічна оцінка земель в Україні залежить від різних факторів, включаючи продуктивність ґрунтів, доступність робочої сили, географічне розташування, державну підтримку та податкову політику. Розуміння цих чинників допомагає визначити вартість земельних ділянок та розробляти ефективні стратегії їх використання.

Бонітування ґрунтів в Україні використовується для класифікації і оцінки різних типів ґрунтів з метою оптимального використання їх у сільському господарстві та забезпечення стійкості та раціонального використання земельних ресурсів (табл.2) [5].

Таблиця 2

Типи бонітування та їх властивості[5].

Тип	Опис
Фізичне	Оцінка фізичних властивостей ґрунтів, таких як структура, текстура, товщина гумусового шару.
Хімічне	Аналіз хімічного складу ґрунтів, такого як вміст поживних речовин, реакція (рН), наявність шкідливих речовин тощо.
Біологічне	Визначення біологічних характеристик ґрунтів, таких як наявність та активність мікроорганізмів, рівень гумусоутворення тощо.
Агроекологічне	Оцінка взаємодії ґрунту з навколишнім середовищем та його придатність для різних видів сільськогосподарського виробництва.
Гідрологічне	Врахування гідрологічних особливостей ґрунтів, таких як здатність до водоутримування, стікання води, запаси ґрунтової води тощо.

Висновки. Отже, у даній статті розглянута важливість економічної оцінки земель та її вплив на сільське господарство та розвиток сільських територій. Економічна оцінка земель надає об'єктивну кількісну характеристику родючості ґрунтів за економічними показниками та визначає економічний вигравш від їх використання різної якості.

Вона є важливим елементом визначення ефективного використання земельних ресурсів. Практичне застосування економічної оцінки земель передбачає врахування різних природно-економічних умов на продуктивність праці та економічні результати виробництва.

Важливо зазначити, що ця оцінка не обмежується лише сільськогосподарськими ділянками, але охоплює всі категорії земель, що допомагає визначити їхню роль у суспільному виробництві та раціональному використанні. Економічна оцінка земель враховує не лише родючість, але й місцезнаходження, що впливає на ефективність виробництва. Розмір земельної ренти та диференціального доходу залежить від численних чинників, включаючи економічні, організаційно-господарські та природно-історичні фактори. Розуміння

цих чинників допомагає визначити вартість земельних ділянок та розробляти ефективні стратегії їх використання.

Список використаної літератури

1. Наконечний Ю. І. Бонітування ґрунтів : навчально-методичний посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2015. 85 с.
2. Касперевич Л. В. Особливості оцінки сільськогосподарських земель в умовах ринкових відносин. Агросвіт. 2018. №19. С. 3-10.
3. Панас Р.М., Маланчук М.С. Особливості бонітування техногенних ґрунтів. Геодезія, картографія і аерофотознімання. Вип. 77. 2013. С 74-80.
4. Ступень М.Г., Гулько Р.Й., Залуцький І.Р., МикулаО.Я. та ін. Оцінка земель: навч. посібник. Львів: «Новий світ 2000», 2006. 308 с.
5. Пліско І.В., Медведєв В.В. Методичні рекомендації з бонітування ґрунтів України (Національний науковий центр «Інститут агрохімії та ґрунтознавства імені О.Н. Соколовського»). Харків: ТОВ «Смугаста типографія», 2015. 100 с.

Діана ЛУКЯНИЦЯ⁹,
студентка 3курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОРГАНІЧНЕ РОСЛИНИЦТВО

***Анотація.** Стаття присвячена органічному рослинництву, яке є важливою складовою сталого розвитку та збереження навколишнього середовища. У статті розглядаються основні принципи органічного рослинництва, такі як використання природних джерел поживних речовин, відмова від хімічних пестицидів та штучних добрив, підтримка біорізноманіття та збереження родючості ґрунту. Особлива увага звертається на переваги органічного рослинництва, як для здоров'я людини, так і для екологічної стійкості сільськогосподарських екосистем. Досліджуються також виклики, з якими зіштовхуються органічні фермери, такі як конкуренція зі звичайним сільськогосподарським сектором. Нарешті, стаття розглядає потенціал подальшого розвитку органічного рослинництва та необхідність впровадження заходів для сприяння його зростанню.*

***Ключові слова:** органічне виробництво, органічний, органіка, органічні добрива, рослинництво.*

⁹Науковий керівник: к.с.-г.н., старший викладач кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ Шевченко Н.В.

Annotation. *The article is devoted to organic crop production, which is an important component of sustainable development and environmental protection. The article discusses the basic principles of organic crop production, such as the use of natural sources of nutrients, the rejection of chemical pesticides and artificial fertilisers, the maintenance of biodiversity and the preservation of soil fertility. Particular attention is paid to the benefits of organic farming, both for human health and for the environmental sustainability of agricultural ecosystems. The challenges faced by organic farmers, such as competition with the conventional agricultural sector, are also explored. Finally, the paper considers the potential for further development of organic crop production and the need to introduce measures to facilitate its growth.*

Key words: *organic production, organic, organics, organic fertilizers, crop production.*

Вступ. Відомо, що питання про природне органічне землеробство в даний час є дуже актуальним. Про це можна судити хоча б за величезною кількістю інформації в Інтернеті, присвяченій йому.

Органічні продукти захоплюють світ штурмом. З кожним роком на полицях продуктових магазинів з'являється все більше і більше продуктів з бажаною етикеткою «органічні», і все більше людей вибирають тільки екологічно чисті продукти, особливо продукти.

Натуральне землеробство в розвинених країнах зростає, і його частка становить майже 30% від орних земель. Зокрема, у Швейцарії цей показник вирощування сягає 15%, Австралії – 11%, Італії – 8%, тоді як в Україні лише 0,4%. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Над проблемою органічного рослинництва працювали: Л.О. Антомонова [1], О.Ю. Бобловський, В.С. Вовченко [2], І.Г. Кириленко, Є.В. Милованов [3], Т.О. Коваленко [4] та інші.

Виклад основного матеріалу. У 1924 році Рудольф Штейнер прочитав у Кобервіці свій «Сільськогосподарський курс», який став концепцією біодинамічного землеробства.

В Англії термін «органічне сільське господарство» вперше використав лорд Нортборн (Уолтер Ернест Крістофер Джеймс) у 1940 році. Такі вчені, як Альберт Говард, Ів Балфор та Джером Ірвінг Родейл, зіграли важливу роль у розвитку та популяризації цієї концепції. Ів Балфор у 1939 році заснувала Хагліський експеримент, у якому «звичайне» та органічне землеробство проводилося на різних полях однієї ферми протягом понад 40 років з метою всебічного їх порівняння. Родейл став піонером розвитку органічного садівництва [3, с. 27].

Сьогодні слово «органічний» асоціюється з поняттями «натуральний, без синтетичних добавок». Органічне та біодинамічне (або органобіологічне) сільськогосподарське виробництво базується на первинному використанні органічних добрив (гній, компости, сидерати) та біологічного азоту (азотфіксація бобових), дотриманні сівозмін та інтегрованій системі захисту рослин (використання біометодів, стійких сортів), контроль якості продукції та

оптимальний баланс поживних речовин, що характеризується зниженням енерговитрат на одиницю продукції.

Отриману продукцію називають екологічно чистою (органічною). Простіше кажучи, органічне рослинництво можна описати як вирощування рослин у гармонії з природою без використання штучних добрив, гербіцидів, пестицидів чи інших хімікатів, які порушують баланс екосистеми.

Термін органічний має дещо інше визначення, коли його застосовують до різних речей. Для насіння та рослин це означає, що вони були вирощені без синтетичних добрив, генної інженерії, опромінення чи пестицидів [5, с. 8].

Органічні добрива – це добрива, які містять елементи живлення рослин переважно у вигляді органічних сполук. До органічних добрив належать: гній, компости, солома, торф, пташиний послід, мул, сидерати (зелені добрива), промислові та побутові відходи, комплексні органічні добрива тощо.

Як правило, в якості органічного добрива гній використовують тільки досвідчені агрономи. Оскільки свіжі фекалії містять велику кількість азоту, насіння бур'янів і різних паразитів, використовувати такий продукт без компостування або розведення досить небезпечно.

Найпопулярнішим видом природного добрива є перегній. Це органічне добриво, в яке перетворюють свіжий гній або рослинні залишки після кількох років гниття. Така підгодівля містить мінімальну кількість вологи і максимальну кількість корисних елементів на одиницю маси. Іншими словами, гумус – це будь-який вид гною або рослинних залишків, які протягом 2-3 років перебували в стані дозрівання або компостування, після чого перетворилися на перегній. Цей продукт не містить патогенів, паразитів або насіння бур'янів. Гумус сприяє підвищенню родючості ґрунту та покращенню його структури. Він утримує вологу в піщаних ґрунтах, роблячи важкі глинисті ґрунти сипучими.

Пташиний послід. Не всі досвідчені агрономи ризикують використовувати пташиний послід для підживлення посівів. Пташиний послід містить азот (16 г), фосфор (15 г), калій (9 г) і кальцій (24 г). Пташиний послід найкраще вносити після компостування. Через 2-3 місяці після дозрівання концентрація азоту знижується, в результаті чого добриво стає безпечним для використання.

За популярністю компост є другим видом добрива після перегною. А також перший за вартістю і простотою приготування. Компост – це органічні залишки, які розклалися протягом певного часу під впливом зовнішнього середовища або якимось чином. Для приготування компосту можна використовувати будь-які рослинні залишки, гній, торф, листя, відходи життєдіяльності рослин і тварин, які не придатні для корму. Добре перепрілий компост за властивостями не поступається перегною. З цієї причини його вносять в ґрунт в тій же дозі, що і перегній.

Компост можна використовувати для удобрення будь-яких рослин, плодових і декоративних культур.

Зола використовується для удобрення будь-якої рослинності на ділянці, так як в ній немає великої кількості елементів, здатних нашкодити кореневій системі.

Торф – популярне добриво, яке використовується для підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Торф – це розкладені залишки тварин або рослин. Для підвищення врожайності торф не можна використовувати в чистому вигляді або у великих кількостях.

Біогумус – це гній, перероблений хробаками. Іншими словами, це відходи від дощових черв'яків. Біогумусне користується особливою популярністю серед агрономів, тому що частіше використовують перегній і компост. Але в той же час біогумус – це добриво, що містить різні корисні елементи і мінерали. Крім того, рідкий біогумус містить багато корисних бактерій, які можуть зміцнити імунітет рослини і сприяти її розвитку.

Сидерати (зелені добрива) – це рослини, які вирощуються для подальшого занесення в ґрунт. Продукт збагачує ґрунт легкозасвоюваним азотом та іншими речовинами. Вирощуються з метою покращення структури ґрунту, підвищення його родючості та підтримки екологічного балансу у сільському господарстві. Зазвичай це трав'янисті або деревні рослини, які висіваються на полях між основними культурами або використовуються для захисту ґрунту від ерозії та різних хвороб.

Сидерати відіграють важливу роль у збереженні родючості ґрунту, оскільки вони можуть вилучати надлишки поживних речовин з ґрунту, захищати його від втрати вологи та запобігати розвитку бур'янів. Після зрізання або підкоса сидератів їхні залишки можуть бути використані як органічне добриво або структурний компонент для ґрунту.

Популярні види сидератів включають люцерну, вика, горох, різноманітні види гірчиці, ріпак, суданську траву та інші. Обираючи сидерати, фермери враховують вимоги своїх господарств та потреби ґрунту, а також екологічні особливості регіону.

Дерев'яна тирса. Як правило, тирсою мульчують ґрунт, що допомагає захистити рослину від сильних перепадів температур і бур'янів. Пряме закладення дрібної тирси в ґрунт не тільки не принесе позитивного результату, але і значно погіршить якість ґрунту.

Мул – залишки рослинного і тваринного походження, що накопичуються на дні річок і озер. За вмістом основних елементів сухий осад не поступається відходам тваринництва. Мул швидко розкладається в ґрунті. Добриво використовують на піщаних ґрунтах для збереження вологи в ґрунті [4].

Продукція, яка отримала сертифікат «органік», – це, перш за все, здорова, безпечна та якісна. Недоліком таких виробів є їх ціна. Багато хто думає, що це доплата за ексклюзивність, дорогі біопрепарати або високооплачуваних спеціалістів, але це не так.

Основною складовою ціни є вартість сертифікації. Саме через ціну основна маса органічної продукції сьогодні або експортується (олійні, бобові, зернові культури, дикорослі рослини), або продається у великих містах у свіжому чи переробленому вигляді.

Кілька недавніх досліджень показали, що органічні продукти харчування не набагато поживніші та смачніші за неорганічні. Доведено, що органічно

вирощена продукція має на 30% менше залишків пестицидів, ніж неорганічна продукція, але обидва вони знаходяться в допустимих межах.

До негативних сторін такого рослинництва можна з упевненістю віднести короткий термін зберігання, високу вартість вирощування, більшу сприйнятливість до зараження шкідниками, труднощі своєчасної реалізації.

Одним із найвагоміших аргументів на користь органічних рослин є вплив на навколишнє середовище, оскільки органічні методи вирощування призводять до зменшення хімічних і фармацевтичних стоків. Крім того, органічні ферми та сади, як правило, менші за розміром і використовують більш екологічно стійкі практики, такі як сівозна та покривні культури [1, с. 99].

Органічне виробництво поступово набуває все більшої популярності в Україні. Сьогодні органічним рослинництвом зацікавилися навіть ті господарства, які раніше були виключно «неорганічними» і традиційно використовували мінеральні добрива та пестициди.

Станом на 2022 рік загальна площа сільськогосподарських угідь, які використовуються для органічного виробництва та перехідного періоду, склала 422 299 га (1% від загальної площі сільськогосподарських угідь України), у тому числі площа сільськогосподарських угідь з органічним статусом – 370110 га (рис 1).



Рис. 1. Органічна карта України

Експорт органічної продукції з України орієнтований переважно на країни Європи [2].

Висновки. Україна має значні перспективи у вирощуванні органічного рослинництва для виробництва якісної та безпечної органічної продукції, оскільки останніми роками різко скоротилося внесення мінеральних добрив та використання хімічних засобів захисту рослин через нестачу робочих кадрів серед сільгоспвиробників. Актуальним для України та інших країн світу є виробництво якісних та безпечних натуральних продуктів в асортименті, оптимальному для різних галузей господарського комплексу.

Список використаної літератури

1. Антомонова Л.О. Не лише філософія та спосіб життя. Десять й один стереотип органічного землеробства. *Зерно*. 2019. № 7. С. 98-101.
2. Вовченко В.С., Бобловський О.Ю. Проблеми розвитку органічного землеробства в Україні. *Вісник студентського наукового товариства*. 2020. №1. С. 143-145.
3. Кириленко І.Г., Милованов Є.В. Наукове забезпечення розвитку органічного агровиробництва. *Економіка АПК*. 2019. № 3. С. 27-41.
4. Коваленко Т.О. Основи органічного виробництва: на що звернути увагу? URL: <https://www.growhow.in.ua/osnovy-organichnogo-vyrobnytstvana-shho-zvernuty-uvalu/> (дата звернення: 13.09.2023).
5. Пиндус В., Гуцаленко О. Основи органічного рослинництва: навч. посіб. Київ: Науково-методичний центр ВФПО, 2022. 326 с.

Олександр МИКИЧУР¹⁰,
студент 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ АНТАГОНІСТИЧНИХ МІКРООРГАНІЗМІВ НА ЗАХИСТ РОСЛИН ВІД ПАТОГЕНІВ

***Анотація.** У статті розглянуто аспект взаємодії мікроорганізмів у рослинному середовищі та їхній вплив на захист рослин від патогенних мікроорганізмів. Антагоністичні мікроорганізми, такі як бактерії та гриби, є природними об'єктами вивчення, оскільки вони відіграють ключову роль у збереженні здоров'я рослин та підвищенні їхньої стійкості до хвороб. Розглядаються різноманітні механізми, якими антагоністичні мікроорганізми впливають на захист рослин, такі як конкуренція за ресурси, продукція антагоністичних сполук, індукція систем оборони рослин, гіперпаразитизм, конкуренція за місце життя та симбіоз. Розуміння цих процесів є важливим для розвитку біологічного контролю за хворобами рослин та зменшення використання хімічних пестицидів у сільському господарстві.*

***Ключові слова:** антагоністичні мікроорганізми, патогени рослин, хвороби, пестициди, фунгіциди.*

***Annotation.** The article discusses the aspect of the interaction of microorganisms in the plant environment and their impact on the protection of plants from pathogenic microorganisms. Antagonistic microorganisms such as bacteria and fungi are natural objects of study because they play a key role in keeping plants*

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

healthy and increasing their resistance to disease. A variety of mechanisms by which antagonistic microorganisms affect plant defenses are considered, such as competition for resources, production of antagonistic compounds, induction of plant defense systems, hyperparasitism, competition for habitats, and symbiosis. Understanding these processes is essential for the development of biological control of plant diseases and the reduction of the use of chemical pesticides in agriculture.

Keywords: *antagonistic microorganisms, plant pathogens, diseases, pesticides, fungicides.*

Вступ. Всесвіт природи завжди вражає своєю складністю і взаємозв'язками між різними живими організмами. Однією з найфундаментальніших і водночас захоплюючих областей досліджень є вивчення взаємодії мікроорганізмів з рослинами та, зокрема, впливу антагоністичних мікроорганізмів на захист рослин від патогенних агентів [1].

Рослини, як і всі живі істоти, постійно піддаються впливу небезпечних патогенів, таких як бактерії, гриби, віруси та інші шкідливі мікроорганізми. Ця постійна загроза може призвести до великих втрат у врожаї, зниження якості продукції і, нарешті, зміни в екологічних системах. Однак природа дарує рослинам унікальний механізм захисту – взаємодію з антагоністичними мікроорганізмами.

Виклад основного матеріалу. Сільське господарство відіграє ключову роль у житті людей, забезпечуючи продукти харчування та сировину для промисловості. Однак рослини, що ростуть у вільному природному середовищі чи на полі, піддаються атакам різних патогенних організмів, таких як грибки, бактерії, віруси та нематоди, що можуть призвести до захворювань та втрат урожаю. Для захисту рослин від цих загроз використовується широкий спектр методів, і одним з найбільш ефективних є використання антагоністичних мікроорганізмів. Рослини є важливою складовою біосфери та господарської діяльності людини. Проте, вони постійно піддаються атакам патогенних організмів, таких як бактерії, гриби, віруси та інші мікроорганізми. Це призводить до різноманітних захворювань рослин та значних втрат у сільському господарстві та екосистемах [2, 6].

Сільське господарство є ключовою складовою сучасного світового господарства, і ефективний захист рослин від патогенів визначає врожайність та продуктивність. Традиційно для цього використовувалися хімічні пестициди, але їхні негативні впливи на довкілля та ризик розвитку резистентності патогенів стали причиною пошуку біологічно безпечних альтернатив [5, 7]. Антагоністичні мікроорганізми виявилися однією з таких альтернатив, яка не лише ефективно захищає рослини від захворювань, але й сприяє збереженню навколишнього середовища та збільшує стійкість сільськогосподарських культур.

Антагоністичні мікроорганізми – це живі організми, які конкурують з патогенами та пригнічують їхню активність. Ці мікроорганізми можуть бути бактеріями, грибами або вірусами, і вони зазвичай існують у природі у взаємодії з рослинами та іншими організмами. Вони можуть використовуватися

для захисту рослин у сільському господарстві та садівництві, зменшуючи необхідність у хімічних пестицидах та фунгіцидах.

Біологічний контроль захворювань рослин – це пригнічення популяцій патогенів рослин за допомогою живих організмів. З числа корисних мікроорганізмів можуть бути вибрані ізольовані штами, які є високо ефективними проти патогенів і можуть бути розмножені на штучних середовищах. Застосування таких вибраних і масово вироблених антагоністів у великих концентраціях один або кілька разів протягом сезону вирощування називається «аугментативним біологічним контролем» [2].

Антагоністичні мікроорганізми можуть стимулювати імунну систему рослин, збільшуючи їхню стійкість до патогенів. Це може бути досягнуто через індукцію фітосанітарних відповідей, що зміцнюють рослини.

Антагоністичні взаємини мікроорганізмів характеризуються тим, що один вид тим чи іншим шляхом пригнічує життєдіяльність іншого. Антагонізм поширений серед різних груп мікроорганізмів. Його наявність встановлено у бактерій, актиноміцетів, грибів, водоростей тощо. Гриби, порівняно з іншими мікроорганізмами, мають найширший спектр антагоністичних властивостей – гіперпаразитизм, тобто високий рівень конкуренції за поживний субстрат, а також вони продукують антибіотики й інші речовини, що пригнічують розвиток збудників хвороб. За спільного розвитку на одному і тому самому субстраті переважатиме той грибок, який має вищу швидкість росту [4, 8].

Найбільшого практичного використання серед антагоністів набули гриби із родів *Trichoderma*, *Trichothecium*, променисті гриби (*Actinomyces* sp.), бактерії (*Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aureofaciens* та ін.) та продукти їхньої життєдіяльності [1].

Антагоністичні мікроорганізми виявляють свою корисну дію на рослини через різні механізми:

1) Конкуренція: Вони конкурують з патогенами за доступ до ресурсів і простору. Це запобігає росту та поширенню патогенних організмів.

2) Секреція антагоністичних речовин: Деякі мікроорганізми виділяють антагоністичні сполуки, такі як антибіотики або ензими, які можуть інгібувати розвиток патогенів.

3) Стимулювання імунної системи рослин: Антагоністичні мікроорганізми можуть активувати імунну систему рослин, індукуючи захисні реакції, такі як синтез фітосанітарних молекул і фітохімічних сполук.

Однією з ключових переваг використання антагоністичних мікроорганізмів є зменшення використання хімічних пестицидів. Хоча хімічні засоби можуть бути ефективними в контролі захворювань рослин, вони можуть також мати негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей. Використання антагоністів дозволяє знизити витрати на хімічні засоби та зменшити забруднення ґрунту та водних ресурсів.

Другою важливою перевагою є покращення стійкості рослин до захворювань. Антагоністичні мікроорганізми можуть індукувати системну стійкість у рослин, зміцнюючи їхню імунну систему. Це означає, що рослини

стають менш вразливими до нападу патогенів і можуть легше пережити стресові умови, такі як посуха або температурні коливання.

Третя перевага полягає в підвищенні врожайності та якості врожаю. Рослини, які оточені антагоністичними мікроорганізмами, зазвичай ростуть краще та мають менше захворювань. Це призводить до збільшення кількості та якості урожаю, що є важливим для забезпечення продуктами харчування населення.

Останньою, але не менш важливою перевагою є менший вплив на навколишнє середовище. Використання антагоністичних мікроорганізмів не лише зменшує використання хімічних пестицидів, але і допомагає зберегти біорізноманіття у ґрунті та воді. Вони не мають такого негативного впливу на нетаргетові види, як хімічні пестициди (табл 1).

Таблиця 1

Переваги використання антагоністичних мікроорганізмів

Зменшення використання хімічних пестицидів	Використання антагоністичних мікроорганізмів дозволяє зменшити реліанс на хімічні пестициди і фунгіциди для контролю захворювань рослин. Це сприяє зниженню витрат на хімічні засоби та зменшенню ризику забруднення довкілля.
Покращення стійкості рослин до захворювань	Антагоністичні мікроорганізми можуть стимулювати імунну систему рослин та індукцію захисних механізмів. Це робить рослини більш стійкими до захворювань та сприяє їхньому виживанню.
Підвищення врожайності та якості врожаю	Захист від захворювань дозволяє рослинам розвиватися більш здоровими та продуктивними. Це призводить до збільшення врожайності та покращення якості продукції.
Менший вплив на навколишнє середовище	Використання антагоністичних мікроорганізмів допомагає зменшити негативний вплив хімічних пестицидів на навколишнє середовище. Вони мають менший токсичний вплив на ґрунт, воду та нетаргетову мікрофлору та фауну.

Джерело: сформовано автором за результатами дослідників

Використання антагоністичних мікроорганізмів є біологічно безпечним та ефективним підходом до контролю захворювань рослин та поліпшення стійкості сільськогосподарських культур до патогенів. Воно сприяє створенню більш екологічно чистих та стійких систем вирощування рослин. Загалом, вплив антагоністичних мікроорганізмів на захист рослин від патогенів не обмежується лише фізичним захистом рослин. Вони сприяють створенню стійких та екологічно безпечних сільськогосподарських систем, що допомагає забезпечити продуктами харчування населення та зберегти навколишнє середовище для майбутніх поколінь [3].

Інтеграція біологічного контролю захворювань рослин з іншими методами контролю допомагає створити більш ефективну та стійку систему управління шкідниками та хворобами у сільському господарстві.

По-перше, комбінація антагоністичних мікроорганізмів з фізичними методами захисту, такими як механічне видалення хворих частин рослин або використання бар'єрів, може забезпечити комплексний захист від патогенів.

Наприклад, антагоністичні мікроорганізми можуть підсилювати ефективність фізичних методів захисту, зменшуючи популяцію патогенів та запобігаючи їх поширенню.

Крім того, інтеграція з культурними методами, такими як ротація культур та вибір стійких сортів рослин, може допомогти знизити вразливість культур до захворювань. Антагоністичні мікроорганізми можуть бути включені до цього підходу, сприяючи підвищенню стійкості рослин та зменшенню ризику зараження патогенами [4].

Адаптація стратегій використання антагоністичних мікроорганізмів до конкретних умов є критично важливою для досягнення оптимальних результатів в боротьбі з патогенами та забезпечення стійкості рослин. Кліматичні умови, тип ґрунту та вид культури можуть значно впливати на ефективність антагоністичних мікроорганізмів.

Наприклад, певні мікроорганізми можуть бути більш адаптованими до певних кліматичних умов, таких як вологість, температура та висота. Також тип ґрунту може впливати на доступність поживних речовин для мікроорганізмів, що може впливати на їхню активність та ефективність. Крім того, різні культури можуть мати різну вразливість до певних патогенів, що вимагає розробки специфічних стратегій захисту.

Тому проведення досліджень для визначення оптимальних умов використання антагоністичних мікроорганізмів і їхніх стратегій застосування є важливим завданням для сільськогосподарських виробників та дослідників. Тільки через це можна досягти максимального використання потенціалу цих мікроорганізмів у боротьбі з патогенами та забезпеченні стійкості рослин у різних умовах вирощування[5].

Освіта та навчання фермерів та садівників про використання антагоністичних мікроорганізмів є важливим аспектом успішної імплементації цієї технології. Інформування про переваги цього підходу та правильні методи застосування може сприяти більш широкому прийняттю цієї екологічно чистої та ефективною альтернативи хімічним пестицидам.

Фермери та садівники повинні мати доступ до навчальних програм, семінарів та практичних курсів, де вони можуть дізнатися про принципи дії антагоністичних мікроорганізмів, їхні переваги для рослин та навколишнього середовища, а також про правильні методи їх використання.

Крім того, важливо підтримувати дослідження та розробки в цій галузі, щоб постійно вдосконалювати інноваційні методи та продукти на основі антагоністичних мікроорганізмів. Це допоможе розширити асортимент доступних рішень і забезпечити фермерів та садівників засобами для ефективного управління захворюваннями та збільшення врожайності без шкідливого впливу на навколишнє середовище [8].

Антагоністичні мікроорганізми вже успішно використовуються в сільському господарстві та охороні рослин у багатьох країнах. Наприклад, бактерія *Bacillus thuringiensis* (Bt) виробляє білки, які є смертельними для деяких шкідників, таких як лускачі та гусіні. Гриб *Trichoderma* сприяє

контролю за грибковими захворюваннями рослин, такими як фузаріоз та пліснявість [2].

З розвитком біотехнологій та молекулярної біології відкриваються нові можливості для створення більш ефективних антагоністичних мікроорганізмів та біологічних продуктів для захисту рослин. Наприклад, можна розробити генетично модифіковані штами мікроорганізмів, які мають покращені антагоністичні властивості.

Незважаючи на численні переваги, використання антагоністичних мікроорганізмів також має свої виклики та обмеження. Наприклад, ефективність може залежати від кліматичних та ґрунтових умов. Крім того, необхідно враховувати місцеві закони та регулювання, що стосуються використання біологічних контролерів.

Висновки. У підсумку, антагоністичні мікроорганізми можуть ефективно захищати рослини від патогенів. Мікробні біологічні агенти забезпечують захист культур від захворювань різними способами. Антагоністичні гриби і бактерії доведено мають активність у захисті рослин від грибкових і бактеріальних патогенів. Переваги корисних мікроорганізмів для рослин включають встановлення антагоністичних мікроорганізмів, запобігання фітопатогенам, покращення загального стану рослин, стимулювання росту, підвищення доступності та поглинання поживних речовин, а також збільшену стійкість до біотичних і абіотичних стресів у господарів. Антагоністичні мікроорганізми мають значний потенціал для захисту рослин від патогенів та підвищення їхньої продуктивності. Розуміння цього явища може призвести до розробки нових стратегій боротьби з хворобами рослин та сприяти створенню більш стійких та екологічно безпечних агроecosystem. Дослідження антагоністичних взаємодій між мікроорганізмами та рослинами залишається актуальною та перспективною галуззю наукових досліджень у сільському господарстві та екології.

Список використаної літератури

1. Біологічний захист рослин від хвороб.
URL:<https://propozitsiya.com/ua/biologichnyy-zahyst-roslyn-vid-hvorob> (дата звернення 03.10.2023).

2. Василюк О.М., Коваленко Н.К., Гармашева І.Л. Антагоністичні властивості штамів *Lactobacillus plantarum*, ізольованих із традиційних ферментованих продуктів України. *Мікробіологічний журнал*. 2014. № 3. С. 24-30.

3. Курдиш І. К. Перспектива застосування мікробів-антагоністів у захисті агроecosystem від фітопатогенів. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2017. Вип. 13. С. 23-41.

4. Пастушенко Л. Т., Сімонович І. Д. Вивчення методів одержання антигенів фітопатогенних бактерій роду *Pseudomonas*. *Мікробіол. журн*. 2011. 33, № 3. С. 289-295.

5. Пінчук Н.В., Вергелес П.М., Коваленко Т.М., Окрушко С.Є. Загальна фітопатологія. Навчальний посібник Вінниця, 2019. 276 с.

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

7. Kolisnyk O.M., Khodanitska O.O., Butenko A.O., Lebedieva N.A., Yakovets L.A., Tkachenko O.M., Ihnatieva O.L., Kurinnyi O.V. Influence of foliar feeding on the grain productivity of corn hybrids in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10 (2). С. 40-44, DOI:10.15421/2020_61.

8. Паламарчук В.Д., Климчук О.В., Поліщук І.С., Колісник О.М. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур: Навчальний посібник. Вінниця, 2010. 680 с.

Оксана МЕЛЬНИК¹¹,

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

ТОПОГРАФУВАННЯ МІСЦЕВОСТІ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЗЕМЕЛЬ ВІННИЧЧИНИ

***Анотація.** В даній статті теоретично узагальнено проблематику топографування місцевості сільськогосподарських земель Вінниччини. Висвітлено питання рельєфу, який є одним із основних факторів, що впливає на врожайність і вміст поживних речовин у ґрунті. Встановлено, що нахил може бути основним фактором, який обмежує врожайність, особливо для недренованих ділянок або ерозійних підвищених ділянок, накопичення потоку може значно вплинути на врожайність залежно від сухих або вологих років. У деяких регіонах топографічні особливості землі можуть пояснити навіть середній двозначний відсоток мінливості врожайності.*

***Ключові слова:** земля, топографування місцевості, рельєф.*

***Annotation.** This article theoretically summarizes the problems of topography of agricultural lands in Vinnytsia. The issue of relief, which is one of the main factors affecting the yield and the content of nutrients in the soil, is highlighted. It has been found that slope can be a major factor limiting yield, especially for undrained areas or erosive uplands, flow accumulation can significantly affect yield depending on dry or wet years. In some regions, topographic features of the land can explain even a mid-double-digit percentage of yield variability.*

¹¹Науковий керівник: Ціцюра Я.Г. кандидат с.-г. наук, доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ.

Key words: *land, terraintopography, relief.*

Вступ. Загальновідомо, що топографування є актом проведення точних вимірювань і картографування для визначення характеристик, розміру та меж ділянки. Ці самі інструменти використовувалися землемірами для проведення зйомок земель протягом сотень років. Хоча багато з них з тих пір отримали цифрові зміни з тією метою, щоб забезпечити більшу точність і якість, а також полегшити запис.

Межування землі проводиться з різних причин, і стандарти в цій галузі стають дедалі суворішими, але геодезисти все ще мають тенденцію використовувати ті самі випробувані методи та обладнання.

Виклад основного матеріалу. Топографічний рельєф або місцевий рельєф у контексті сільського господарства означає зміну висоти або нахилу ділянки землі. Це міра вертикальної різниці між найвищою та найнижчою точками в межах даної області. Простіше кажучи, він представляє топографічні особливості та контури землі.

Ґрунтові профілі контролюються п'ятьма різними, хоча й взаємопов'язаними факторами: вихідним матеріалом, кліматом, організмами та часом, згідно з дослідженням ґрунту.

Слід врахувати той вагомий чинник, що ґрунти, особливо в глобальному масштабі, мають високий географічний зв'язок з кліматом. На фізичні та хімічні реакції вихідного матеріалу сильно впливають енергія та опади. Клімат впливає на рослинний покрив, який впливає на відповідне освоєння сільськогосподарських угідь Вінницької області.

Необхідно зазначити той чинник, що фактори топографії в сільському господарстві стосуються характеристик поверхні землі та її безпосереднього впливу на сільськогосподарську практику. Відповідно ці фактори в свою чергу відіграють значну роль у визначенні придатності території для ведення сільського господарства в Україні, а також впливають на різні управлінські рішення. Доцільно взяти до уваги те, що фактори топографії сільськогосподарських земель Вінницької області є наступними [1].

- Схил – є вирішальним топографічним фактором, який впливає на дренаж води, ерозію та доступність сільськогосподарської техніки. Варто наголосити на тому, що круті схили підвищують ризик ерозії ґрунту та стоку води, що вимагає заходів проти ерозії, таких як оранка або терасування.

Схил також впливає на доступність сонячного світла, оскільки крутіші схили можуть відкидати тінь і впливати на мікроклімат поля.

- Висота – це вертикальна відстань точки або місця над контрольною точкою, часто середнім рівнем моря. Він впливає на температуру, атмосферний тиск і типи культур, які можна вирощувати в певній місцевості.

На великих висотах зазвичай нижчі температури, що може обмежити типи культур, які можуть процвітати. Висота також впливає на тривалість вегетаційного періоду та на вибір відповідних сортів культур.

- Дренаж. Топографічний рельєф місцевості в свою чергу визначає її природний дренаж. Належний дренаж необхідний для аерації ґрунту, доступності поживних речовин і запобігання заболочування.

Низини або западини можуть утримувати надлишок води, що призводить до перезволоження, і відповідно саме це може бути шкідливим для росту культур.

Важливо взяти до уваги те, що розуміння дренажних характеристик землі допомагає аграріям впроваджувати ефективні дренажні системи для оптимізації руху води та запобігання проблемам, пов'язаним з водою.

- Аспект відноситься до орієнтації схилу по відношенню до сторін світу (північ, південь, схід, захід). Він впливає на розподіл сонячного світла, режим вітру та градієнти температури в межах поля.

Схили, що виходять на південь, отримують більше сонячного світла та тепла, створюючи тепліший мікроклімат і потенційно впливаючи на вибір культур або стратегії посадки. Аспект також може впливати на ризик морозу або дренажу холодного повітря в певних регіонах, зокрема, у Вінницькій області.

- Глибина та структура ґрунту. Рельєф може впливати на глибину та текстуру ґрунту в сільськогосподарській зоні. Схили можуть призводити до зміни глибини ґрунту, причому на більш крутих схилах зустрічаються тонші ґрунти. Текстура ґрунту, наприклад частка піску, мулу та глини, також може змінюватись залежно від топографічного рельєфу.

Розуміння цих варіацій допомагає аграріям приймати обґрунтовані рішення щодо методів управління ґрунтом, таких як зрошення, внесення добрив або обробка ґрунту. Ці фактори рельєфу в сільському господарстві демонструють важливість урахування характеристик поверхні землі під час прийняття сільськогосподарських рішень [2].

Розуміючи ці фактори та керуючи ними, аграрії зі своєї сторони можуть оптимізувати зростання врожаю, запобігти ерозії ґрунту та запровадити відповідні методи ведення сільського господарства для забезпечення стійких і продуктивних сільськогосподарських систем.

Топографія ділянки землі відноситься до її фізичних характеристик, таких як рельєф (різниця у висоті між різними частинами землі), схил, аспект (напрямок схилу) і висота.

Загальновідомо, що саме цей термін часто використовується в сільському господарстві, оскільки рельєф сільськогосподарського угіддя може значно вплинути на його придатність для вирощування різних культур і методів землеробства.

Наприклад, сільськогосподарське угіддя, котре розташоване на пагорбах може добре підходити для випасу худоби, тоді як інше сільськогосподарське угіддя з крутими схилами може краще підходити для посадки дерев.

Важливо врахувати те, що рельєф має вагомий вплив на сільськогосподарське виробництво, оскільки впливає на те, як вода тече територією. Наприклад, якщо вода швидко тече вниз, вона може винести з

ґрунту поживні речовини або залишити посіви занадто сухими для оптимального росту (залежно від типу культур, які вирощуються).

Немає жодного найважливішого аспекту рельєфу для сільськогосподарських культур. Різні елементи можуть бути більш чи менш важливими залежно від конкретної культури, що вирощується, та умов сільськогосподарських угідь Вінницької області. Однак деякі з найважливіших аспектів топографії сільськогосподарських культур включають дренаж, близькість води та сонячне опромінення [4].

Необхідно врахувати те, що вплив рельєфу на врожайність сільськогосподарських культур Вінницької області може бути різним залежно від конкретної культури, котра вирощується, та умов сільськогосподарських угідь.

Два найпоширеніші типи рельєфу в сільськогосподарських районах - це горбисті пагорби та плоскі рівнини. Хвилясті пагорби забезпечують хороший дренаж і захист від сильних вітрів, тоді як плоскі рівнини мають хорошу родючість ґрунту та освітлення сонцем.

Таким чином, на врожайність сільського господарства впливає кілька факторів – погода, шкідники, тип ґрунту, рельєф тощо. Як відомо, топографія – це лише одна частина головоломки, але її важливо враховувати, якщо аграрії хочуть максимізувати свої врожаї. Відповідно слід мати на увазі ці чинники, плануючи наступну сівозміну.

Рельєф у сільському господарстві може мати негативний вплив на фізичне середовище. Залучення людини до сільського господарства, включаючи такі види діяльності, як будівництво житлових будинків, громадської інфраструктури та залучення до сільського господарства, може призвести до таких проблем, як ерозія ґрунту, втрата земельного покриву, забруднення води та повітря. Потрібно відзначити те, що окрім того, вплив рельєфу на властивості ґрунту, ріст культур і врожайність залежить від таких факторів, як тип ґрунту, клімат, система вирощування сільськогосподарських культур і методи управління. Крутий рельєф у районах, де переважають ліси, може збільшити поверхневий стік і мінливість потоку, тоді як рівнинний рельєф у районах, де переважно сільське господарство, може призвести до втрати річної періодичності потоку. Окрім того, виявлено те, що будівництво великих дамб у топографічно придатних ландшафтах зменшує виробництво зерна та залучає робочу силу на несільськогосподарські поля. Відповідно ці негативні наслідки підкреслюють важливість врахування топографії в сільськогосподарській практиці та плануванні землекористування для пом'якшення впливу на навколишнє середовище та забезпечення сталого сільського господарства [5].

Топографічна мінливість є одним із основних факторів, котрі впливають на властивості ґрунту та врожайність. Інформація про впливові фактори просторово-часової мінливості врожайності важлива для оптимізованого використання сільськогосподарських ресурсів і збільшення прибутку. Розуміння просторової моделі хімічних властивостей ґрунту (SCP) разом із топографічними показниками є важливим для управління полем. Дослідження

топографічних особливостей сільськогосподарських полів і розуміння їхнього впливу на врожайність сільськогосподарських культур може значно допомогти у прийнятті практик господарювання у Вінницькій області.

Крім того, рельєф регіону також може впливати на місцеві кліматичні моделі, які, у свою чергу, можуть вплинути на сільськогосподарське виробництво. Таким чином, розуміння топографії ділянки землі є важливою частиною процвітаючого сільськогосподарського підприємства.

Закономірно є те, що висота є одним із найбільших очевидних способів впливу рельєфу на безпосереднє ведення сільськогосподарського виробництва. Культури, вирощені на великій висоті, як правило, дозрівають повільніше через більш низькі температури на цих висотах.

Слід вказати те, що окрім того, ультрафіолетове випромінювання є більш інтенсивним на високих висотах, що може призвести до сонячних опіків та інших пошкоджень посівів. Для того, щоб протистояти цим наслідкам, аграрії, які вирощують культури на високих висотах, повинні бути особливо пильними щодо боротьби зі шкідниками та хворобами та вибирати повільно дозріваючі сорти бажаних культур [2].

Кут нахилу ділянки землі також може впливати на врожайність. Воді та поживним речовинам важко проникнути в ґрунт на крутих схилах, що призведе до затримки росту рослин.

Ерозія також викликає серйозне занепокоєння на схилих землях, оскільки дощова вода та зрошувальний стік можуть швидко змити цінний родючий верхній шар ґрунту.

Терасне або контурне землеробство часто використовується на похилих землях для боротьби з цими проблемами. Ці методи передбачають створення рівних сходинок або уступів у схилі, на яких висаджуються культури. Розбиваючи схил, втрати води та поживних речовин зводяться до мінімуму, а врожайність при цьому підвищується.

Іншим чинником, пов'язаним зі схилом, є сторона або напрямок схилу. Схили, що виходять на південь, як правило, тепліші, ніж схили, що виходять на північ, оскільки вони отримують більше прямого сонячного світла протягом дня. Ця різниця температур може призвести до різного оптимального часу посіву культур на південних і північних схилах. Наприклад, культура, яка процвітає, якщо її посадити на початку сезону, може мати кращі результати на південному схилі, ніж на північному, оскільки вона отримає більше тепла на початку вегетаційного періоду. І навпаки, чутлива до тепла культура може краще розвиватися на північному схилі, оскільки вона буде захищена від найспекотніших сонячних променів в післяобідню пору.

Потрібно наголосити на те, що опади впливають на елементи формування горизонту, такі як переміщення розчинених іонів через ґрунт. З часом клімат став більш важливим впливом на якість ґрунту, тоді як вихідний матеріал став менш важливим.

Знання особливостей сільськогосподарських угідь Вінницької області може допомогти аграріям вибрати культури, які будуть добре давати врожай, враховуючи унікальний мікроклімат, створений цим аспектом [1].

Одним із найважливіших аспектів топографії є дренаж. Хороший дренаж необхідний для здорового росту рослин, оскільки він допомагає запобігти перезволоженню ґрунту. Поганий дренаж також може призвести до проблем із шкідниками та хворобами та дефіциту поживних речовин. Кілька способів покращити дренаж сільськогосподарських угідь включають використання піднятих грядок, встановлення дренажної плитки та внесення органічних речовин у ґрунт. Розуміючи важливість дренажу, аграрії можуть гарантувати, що їхні посіви отримають необхідну кількість води без перезволоження. Близькість сільськогосподарських угідь до води є критичним аспектом топографії, який може вплинути на врожайність. Рослинам потрібна вода, щоб рости, тому сільськогосподарські угіддя, розташовані ближче до джерела води, загалом дають більш рясний урожай. Крім того, близькість до води також може допомогти захистити посіви від пожеж. Варто врахувати те, що сільськогосподарські угіддя, котрі розташовані ближче до річки чи озера менш схильні до впливу посухи. Як наслідок, близькість до води є важливою для будь-якого аграрія, який хоче отримати максимальну віддачу від врожайності вирощуваних культур.

У сільському господарстві розуміння топографічного рельєфу або місцевого рельєфу має вирішальне значення, оскільки воно безпосередньо впливає на різні методи ведення сільського господарства та сприяє належним, раціональним прийняттям рішень, котрі стосуються сільськогосподарських угідь. Ось кілька ключових моментів, які слід враховувати [3]:

- Ерозія ґрунту: відіграє значну роль у визначенні ризику ерозії ґрунту. Круті схили більш схильні до ерозії, оскільки стік води може швидко винести родючий верхній шар ґрунту та поживні речовини. Відповідно аграрії повинні прийняти відповідні заходи боротьби з ерозією, такі як контурна оранка, терасування або буферні смуги, щоб мінімізувати ерозію ґрунту.

- Управління водними ресурсами: топографічний рельєф поля впливає на дренаж і розподіл води. Він визначає, як вода тече по землі, при цьому потенційно спричиняючи заболочування в низинних районах або надмірний стік на крутих схилах. Розуміючи це, аграрії можуть впроваджувати відповідні дренажні системи, такі як канали, валики або плитковий дренаж, для ефективного управління водою та запобігання проблемам, пов'язаним з водою.

- Вибір культури: різні культури мають різні допуски до схилів і до висоти. Як відомо, топографування сільськогосподарських земель може визначити, які культури придатні для вирощування. Наприклад, на крутих схилах ризик ерозії та стік води можуть обмежити вибір культур тими, які можуть ефективно закріпити ґрунт. З іншого боку, на рівних або пологих ділянках можна вирощувати більш широкий спектр культур.

- Робота техніки: місцевий рельєф, в даному випадку це стосується Вінницької області впливає на роботу техніки та доступність поля. Варто

зауважити те, що круті схили можуть бути складними або небезпечними для певної техніки, обмежуючи можливості механізації. У таких випадках аграріям може знадобитися розглянути альтернативні методи ведення сільського господарства, такі як ручна праця або спеціальне обладнання, котре призначене для крутих місцевостей.

Важливо вказати на те, що для картографування сільськогосподарських угідь може знадобитися спеціальне геодезичне дослідження, залежно від розміру площі, котра буде оброблятися. Або ж може знадобитися дослідження ґрунту Вінницької області, щоб перевірити склад і структуру землі з тією метою, щоб переконатися в тому, що вона придатна для землеробства [4].

В агрономії при топографуванні важливо враховувати всі дані, котрі стосуються ландшафту сільськогосподарських угідь. Необхідно врахувати те, що сільськогосподарський ландшафт можна визначити як візуальний результат землекористування та систем управління на території. Це поєднання кількох аспектів, таких як тваринництво, ліси та сільськогосподарські культури, флора та фауна як ширше сприйняття аналізу рівня ландшафту Вінницької області.

Загальновідомим є той чинник, що зміна клімату в свою чергу створює ризик для поточного розподілу сільського господарства, оскільки кліматичні моделі змінюються в різних ландшафтах. Зміни в родючості ґрунту, температурі, кількості днів вегетації та доступності води викликають стрес для культур, що знижує якість та врожайність. Відповідно якраз саме ці зміни особливо вплинуть на спеціальні культури, особливо на фрукти та овочі та зернові культури. Спеціальні культури за своєю суттю мають вищий ризик і в свою чергу вимагатимуть відповіді на вплив зміни клімату швидше, ніж більш стійкі польові культури [5]. Доцільно вказати на те, що адаптація, диверсифікація та зміна регіонів вирощування відповідно до цих змін є способом сприяти покращенню стійкості сільського господарства та, як результат, продовольчу безпеку з часом. Хоча надзвичайно важливо переконатися в тому, що теперішній і майбутній клімат на території Вінницької області добре підходить для вирощування певної культури, також важливо переконатися, що земля також є придатною для вирощування сільськогосподарських культур.

Висновки. Отже, дослідження зміни клімату визначає ризики для сільського господарства, які вплинуть на придатність сільськогосподарських угідь Вінницької області. Для того, щоб пом'якшити ці наслідки, сільськогосподарські регіони повинні будуть адаптуватися, диверсифікуватися або змінити місце розташування. Різноманітні алгоритми машинного навчання успішно моделюють придатність сільськогосподарських угідь у всьому світі, переважно використовуючи особливості клімату та ґрунту. Відповідно топографія контролює багато екологічних процесів, які впливають на сільське господарство, включаючи ґрунти, гідрологію та доступність поживних речовин.

Важливо відмітити те, що в даний час існує обмежена кількість досліджень, зосереджених на топографуванні сільськогосподарських земель з

метою перевірки придатності землі для вирощування спеціальних культур у помірних регіонах, в тому числі у Вінницькій області.

Список використаної літератури

1. Землеустрій: організація та впорядкування сільськогосподарських угідь: навч. посіб. Львів : Галицька видавнича спілка. 2020. 243 с.
2. Кизим М.О., Белікова Н.В., Полякова О.Ю. та ін.. Концептуальні засади розвитку аграрної сфери та сільських територій України: монографія. 2020. 280 с.
3. Розум Р.І., Буряк М.В., Вітровий А.О. та ін.. Геодезія та землеустрій: монографія. Тернопіль: ТНЕУ, 2020. 247 с.
4. Теоретичні та практичні питання аграрної науки: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Дніпро. 2022. Частина 1. 343с.
5. Черлінка В. Р. Геоінформаційні системи в картографуванні ґрунтового покриття. Навчальний посібник. Частина 1. Чернівці: ЧНУ, 2018.100 с.

Христина ПЕТЛІНСЬКА¹²,

студентка 2 курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА АКТИВНОСТІ АНТИОКСИДАНТНИХ ФЕРМЕНТІВ ЗА ДІЇ ПОСУХИ У ПЕРІОДИ ВВСН 30-39 ТА ВВСН 51-69

***Анотація.** Інтенсивне потепління останніх десятиліть призвело до того, що значна увага приділяється виведенню посухостійких сортів озимої пшениці.*

Значна увага приділяється виведенню посухостійких сортів озимої пшениці – стратегічної зернової культури світу, чутливої до посухи.

Озима пшениця є стратегічною зерновою культурою світу, чутливою до посухи. З цієї причини важливим для розробки нових методів селекції є виявлення маркерів посухостійкості, а також виявлення морфологічних та фізіологічних маркерів посухостійкості. Однак фізіологічні ознаки сприяють посухостійкості сучасних сортів озимої пшениці в Україні.

Фотосинтез, основа продуктивності рослин, є найбільш чутливим до процесу посухи. Оскільки фотосинтез є основою продуктивності рослин і найбільш чутливим до посухи процесом, його активність і ефективність можуть бути пов'язані з посухостійкістю. Активність та ефективність фотосинтезу може бути пов'язана зі стійкістю до посухи.

¹²Науковий керівник: Амонс С.Е. кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

Ключові слова: пшениця озима, ферменти, сорт, оцінка, посуха, продуктивність.

Annotation. *The intense warming of recent decades has led to the fact that considerable attention is paid to the breeding of drought-resistant varieties of winter wheat. Considerable attention is paid to the breeding of drought-resistant varieties of winter wheat – the world's strategic grain crop, which is sensitive to drought.*

Winter wheat is a strategic cereal crop of the world that is sensitive to drought. For this reason, the identification of markers of drought resistance, as well as the identification of morphological and physiological markers of drought resistance, is important for the development of new breeding methods. However, physiological characteristics contribute to the drought resistance of modern winter wheat varieties in Ukraine.

Photosynthesis, the basis of plant productivity, is the most sensitive to the drought process. Since photosynthesis is the basis of plant productivity and the most drought-sensitive process, its activity and efficiency may be related to drought tolerance. The activity and efficiency of photosynthesis can be related to drought tolerance.

Key words: *winter wheat, enzymes, variety, assessment, drought, productivity.*

Вступ. Питання впливу посухи на продуктивність сільськогосподарських культур є особливо актуальним для пшениці, основної зернової культури. Відомо, що фотосинтез є одним з найбільш чутливих до посухи процесів в рослинному організмі. Нестача води завдає значної шкоди фотосинтетичному апарату і знижує асиміляцію вуглецю.

Посухостійкі рослини дуже рідкісні в природі і можуть виживати без води протягом тривалого часу. Найдивовижніші посухостійкі рослини називаються рослинами-воскресителями. Ці рослини можуть тривалий час (до трьох років) виживати без води. Однак, якщо їх полити, вони повернуться до життя протягом одного-двох днів. Інші посухостійкі рослини можуть бути не такими витривалими, але за допомогою спеціальних механізмів вони можуть пережити нетривалі посухи [1, 3].

Деякі рослини мають спеціалізовані фенологічні структури, які дозволяють їм виживати в суворих умовах. Ці особливості будови включають зовнішню броню, яка захищає рослину від втрати води, та інструменти, які допомагають рослині поглинати та зберігати воду. Посухостійкі рослини спеціально пристосовані до виживання в дуже сухому середовищі. Такі рослини часто виглядають зовсім не так, як рослини, що живуть у багатих на воду місцях. Посухостійкі рослини зазвичай мають спеціальні функції "уникнення" (один механізм), щоб менше води втрачалось в навколишнє середовище або щоб більше води поглиналося і зберігалось рослиною [2, 5, 9].

Виклад основного матеріалу. Відомо, що вже на початку фази водного стресу провідність продихів швидко знижується під впливом індукованих посухою сигнальних систем, причому основним фактором вважається АБК [2, 4, 7].

АБК синтезується у великих кількостях у коренях і надземних органах рослин у відповідь на зменшення надходження води.

Як уже згадувалося, зменшення надходження CO_2 до листків через закриття продихів в умовах посухи порушує функціонування циклу Кальвіна і зменшує використання первинних продуктів фотосинтезу – АТФ і НАДФН. Зменшення використання НАДФН призводить до надмірного відновлення компонентів ЕТЛ [8].

Хоча частина енергії фотонів, що поглинається фотосинтетичним апаратом, не використовується для фотохімічних реакцій, електрони з ЕТЛ відновлюють молекули кисню з утворенням активних форм, переважно аніонів супероксидного радикалу [1, 3]. Аніон супероксидного радикала кисню є джерелом гідроксильних радикалів (ОН) і перекису водню (H_2O_2).

АФК можуть спричиняти серйозні функціональні порушення внаслідок пошкодження різних клітинних компонентів [4, 9]. Це включає, наприклад, ініціацію перекисного окислення ліпідів біологічних мембран, що призводить до порушення структури мембран і підвищення їхньої проникності. АФК пошкоджують фотосинтетичний апарат, викликаючи нуклеотидні модифікації, порушуючи функцію генетичного апарату клітини і пригнічуючи клітинний поділ [3-4, 12].

Одними з найважливіших систем, що захищають фотосинтетичний апарат від окисного стресу, спричиненого АФК, є хлоропластні антиоксидантні ферменти СОД та АПО [5, 11]. СОД каталізує реакцію диспропорціонування аніонів супероксидного радикала до кисню та перексиду водню, тоді як АПО інактивує перексид водню інактивують перексид водню. Тому підвищення активності хлоропластів СОД і АПО за умов висихання ґрунту можна вважати захисною реакцією фотосинтетичного апарату на окислювальний стрес.

Протягом інкубаційного періоду активність СОД хлоропластів у листках контрольних рослин обох сортів була майже однаковою (рис. 1). У дослідних рослин активність СОД значно зростала на 1-й день посухи порівняно з контролем: на 44% у Мачболл і на 15% у Ілюзіон. На 7-й день посухи цей показник дещо знижувався в Мачболл (на 24% вище контролю) і ще більше зростав у Ілюзіон (на 44% вище контролю).

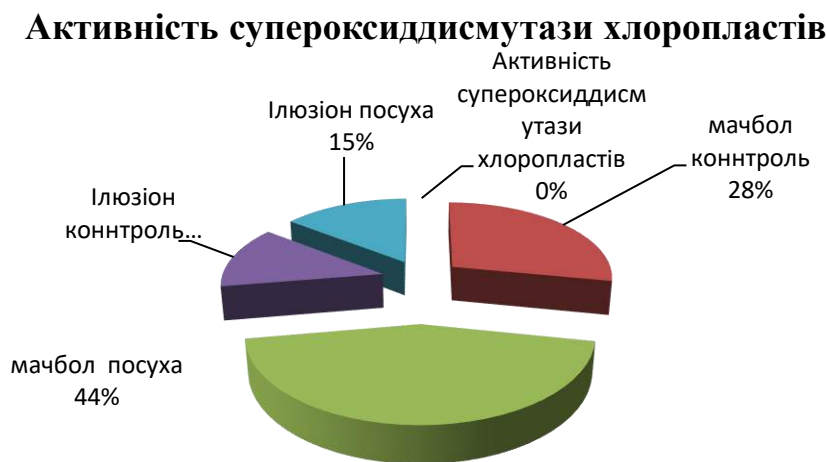


Рис.1. Активність супероксиддисмутази хлоропластів

Різниця в активності АПО у контрольних рослин у цей період також була несуттєвою. Різниця в активності АПО також не була суттєвою (рис. 1).

Активність аскорбатпероксидази хлоропластів (кмоль аскорбінової кислоти/(мг хл. год)) (АА-) у підпрапорцевих та прапорцевих листках контрольних та посушливих рослин (1 та 7 діб за 28% відносної вологості) на етапах ВВСН 30-39 та ВВСН 51-69. аскорбінової кислоти) Цей показник зростав за умов посухи. При цьому в першу добу посухи активність АПО хлоропластів листках рослин обох сортів була майже однаковою і на 41-44% перевищувала контроль. На сьому добу посухи абсолютне значення цього показника у сорту Мачболл мало змінилося, тоді як у сорту Ілюзіон суттєво зросло. На фоні незначного зростання контрольного показника в цей період, у відносному вираженні у видів Мачболл спостерігалася тенденція до зниження активності АПО, тоді як у видів *Nataluca* - до її підвищення. Таким чином, функції СОД та АПО синхронізувалися. Зниження активності ферментів на 7-му добу посухи у рослин сорту Мачболл можна розглядати як свідчення адаптації до стресових факторів. Водночас подальше зростання активності антиоксидантних ферментів хлоропластів у рослинах сорту Ілюзіон свідчить про наростання динаміки дисфункції фотосинтетичного апарату та посилення оксидативного стресу, що вимагає активації захисної системи детоксикації АФК.

Окрім збереження вищої продигової провідності та активності асиміляції CO_2 , Мачболл також може бути здатна зменшувати надлишкове відновлення компонентів ЕТС за рахунок посилення нефотохімічної дисипації поглиненої світлової енергії, як показано в інших експериментах [6, 10], наприклад, в умовах посухи за рахунок наступного. Механізми регуляції фотосинтетичного процесу, які знижують ймовірність утворення АФК у хлоропластах, можуть ефективніше функціонувати в умовах посухи.

У період ВВСН 9-69 СОД-активність хлоропластів у прапорцевих листках контрольних рослин сорту Мачболл була вищою, ніж у сорту Ілюзіон. Посуха в цей час призвела до зростання активності СОД в обох сортів, причому у сорту Ілюзіон воно було більш вираженим, ніж у сорту Мачболл. Розраховані зміни цього показника відносно контрольних значень показали незначне зниження на 7-му добу посухи для обох сортів. Активність АПО в хлоропластах прапорцевих листків контрольних рослин обох сортів у період ВВСН 9-69 була майже однаковою. У перший день посухи цей показник збільшився на 13% у сорту Мачболл і на 44% у сорту Ілюзіон. Таким чином, цей експеримент також може свідчити про симпатичну функцію ферментів антиоксидантного захисту в хлоропластах. Принаймні, у рослин сорту Ілюзіон, коли активність СОД значно зростала за посухи порівняно з сортом Мачболл, активність АПО також суттєво зростала. Незначне зростання останньої на 7-й день посухи може бути пов'язане з активацією за цих умов інших джерел перексиду водню, таких як фотодихання.

Висновки. Загалом, з динаміки абсолютних значень активності СОД та АПО за посухи та відносно контролю можна зробити висновок, що фотосинтез у Мачболл регулюється ефективніше, ніж у Ілюзіон, і що більша продигова

апертура та активність асиміляції CO₂ може підтримуватися в умовах водного дефіциту. Слід також зазначити, що в більшості випадків абсолютне значення активності ферментів у прапорцевих листках під час фази ВВСН 30-39 було вищим, ніж у підпрапорцевих листках у фазі ВВСН 51-69. Це опосередковано свідчить про збільшення утворення АФК у перших, що може бути пов'язано з відмінностями у функціонуванні систем, які контролюють первинне утворення АФК, згаданих вище, а також з умовами навколишнього середовища, такими як вищі середньодобові температури.

Список використаної літератури

1. Кірізій, Д.А., Стасик, О.О., Рижикова, П.Л., Троценко, В.А. (2017). Онтогенетична динаміка газообміну листків верхніх ярусів у рослин пшениці. *Физиология и биохимия культ. растений*, 49(3), 265-274.
2. Neto, M. C. L., Silveira, J. A. G., Cerqueira, J. V. A., & Cunha, J. R. (2017). Regulation of the photosynthetic electron transport and specific photoprotective mechanisms in *Ricinus communis* under drought and recovery. *Acta Physiol. Plant.*, 39(8). <https://doi.org/10.1007/s11738-017-2483-9>
3. Sade, B., Soyulu, S., & Yetim, E. (2011). Drought and oxidative stress. *Afr. J. Biotechnol.*, 10(54), 11102-11109.
4. Паламарчук В.Д., Кричковський В.Ю., Рудська Н.О., Колісник О.М. Новітні технології вирощування овочевих культур та кукурудзи за використання дигестатубіогазових станцій Вінниця: «Друк», 2023. 296 с.
5. Колупаев, Ю. Е., Кокорев, А. И. (2019). Участие полиаминов в регуляции редокс-гомеостаза у растений. *Вісник Харківського нац. аграр. ун-ту. Сер. Біологія*, 1(46), 6-22.
6. Киризий, Д. А., Стасик, О. О., Прядкина, Г. А., & Шадчина, Т. М. (2014). Фотосинтез. Т. 2. Ассимиляция CO₂ и механизмы ее регуляции. Київ: Логос.
7. Паламарчук В.Д., Доронін В.А., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Основи насіннезнавства (теорія, методологія, практика). Вінниця: «Друк», 2022. 392 с.
8. Вожегова Р.А., Сергєєв Л.А., Коновалова В.М., Дубинська О.Д., Сменов М.В. Насіннева продуктивність пшениці озимої залежно від удобрення та захисту рослин в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство: міжвід. темат. наук. збірник*. Херсон: Грінь Д.С., 2017. Вип. 68. С. 150-153.
9. Вожегова Р.А., Сергєєв Л.А. Фотосинтетична діяльність насінневих посівів пшениці озимої залежно від удобрення та захисту рослин в умовах півдня України. *Наукові доповіді НУБіП України. Серія: Агрономія*. 2018. №2 (72). С.14-16.
10. Вожегова Р. А., Сергєєв Л. А. Продуктивність та якість насіння пшениці озимої залежно від фону мінерального живлення та захисту рослин в умовах півдня України. *Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи впровадження ресурсощадних,*

енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (15-16 листопада 2017 р., м. Дніпро). Дніпро: ДДАЕУ, 2017. С. 27-29.

11. Сергеев Л. А. Якість насіння пшениці озимої залежно від фону мінерального живлення та захисту рослин в умовах півдня України. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 15-річчю створення Українського інституту експертизи сортів рослин (7 червня 2017 р., м. Київ). Вінниця: Нілан-ЛТД, 2017. С. 163-165.

Вадим ШАФРОСТ¹³,
студент 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ ХІМІЧНИХ ЗАСОБІВ НА ПОПУЛЯЦІЮ КОРИСНИХ КОМАХ

***Анотація.** У даній статті ми провели аналіз впливу хімічних засобів на популяцію комах, яка відіграє ключову роль у біологічних системах та є важливою ланкою в екосистемах. Використання пестицидів, гербіцидів та інших хімічних засобів у сільському та комунальному господарствах може призводити до серйозних наслідків для комах, включаючи загибель популяцій, зміни в репродуктивній системі та екологічних циклах. У статті ми розглядаємо механізми впливу хімічних засобів на комах, а також стратегії мінімізації негативних наслідків для екосистем. Також, висвітлюємо важливість збереження комах у природних системах.*

***Ключові слова:** комахи-запилювачі, ентомофаги, пестициди, екосистеми.*

***Annotation.** In this article, we analyzed the impact of chemicals on the insect population, which plays a key role in biological systems and is an important link in ecosystems. The use of pesticides, herbicides, and other chemicals in agriculture and utilities can have serious consequences for insects, including population declines, changes in reproductive systems, and ecological cycles. In the article, we consider the mechanisms of the effect of chemicals on insects, as well as strategies for minimizing negative consequences for ecosystems. Also, we highlight the importance of preserving insects in natural systems.*

***Key words:** pollinating insects, entomophages, pesticides, ecosystems.*

***Вступ.** Комахи є одними з найбільш розповсюджених і різноманітних організмів у природі, відіграючи непересічну роль у функціонуванні біологічних систем. Їхній вплив на екосистему включає розклад органічних матеріалів, запилення квітів, а також служить джерелом їжі для багатьох інших*

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

видів, включаючи риб, птахів і звірів. Однак, в останні десятиліття зростає обурення щодо впливу хімічних засобів на популяції комах.

Використання різноманітних хімічних засобів, таких як пестициди, гербіциди та інші агрохімікати, вони стали необхідним компонентом сучасного сільськогосподарського виробництва та боротьби зі шкідниками в міських умовах. Однак, ці хімічні засоби можуть мати серйозний негативний вплив на популяції комах, що має велике значення для екосистем та людського благополуччя.

Виклад основного матеріалу. Комахи відіграють незамінну роль у функціонуванні екосистем, їхня активність і взаємодія з іншими організмами має велике значення для збереження біорізноманіття та екологічної рівноваги. Вони виступають в ролі важливих ланок у продовженні харчових ланцюгів та здійснюють різноманітні функції, що впливають на інші види. Основна функція комах полягає у їхньому важливому внеску у харчові ланцюги, забезпечуючи необхідні поживні речовини для виживання та розвитку птахів, звірів, риб та інших комахоїдних тварин.

Крім того, вони відіграють ключову роль у процесах запилення рослин. Багато видів комах є обпилювачами, які переносять пилок з однієї рослини на іншу, сприяючи формуванню насіння та плодів. Цей процес не лише важливий для збереження рослинного біорізноманіття, а й сприяє розмноженню рослин. Також вони мають важливий вплив у розкладі органічних матеріалів, що сприяє відновленню корисних елементів у ґрунті та підтримує здоров'я екосистеми. Їхня присутність у харчових ланцюгах регулює популяції інших видів, сприяючи різноманітності та стійкості екосистем.

Бджоли – це соціальні комахи, які належать до родини *Apidae* і порядку *Hymenoptera*. Вони є одними з найважливіших запилювачів в природі та мають велике значення у збереженні біорізноманіття та плодоносності багатьох сільськогосподарських культур. Бджоли живуть у великих сім'ях, які складаються з однієї матки та тисячі робочих бджіл. Вони виробляють мед і віск, а також забезпечують запилення рослин, переносячи пилок з однієї квітки на іншу. Бджоли відіграють ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки та стійкості екосистем.



Рис 1. Anthophila

В останні десятиліття на нашій планеті зростає занепокоєння щодо зменшення кількості медоносних бджіл та інших комах-запилювачів. Найважливішою особливістю збереження популяції є те, що вони запилюють

85–90% сільськогосподарських культур, тоді як запилення іншими комахами становить лише 10–15%. Це особливо важливо для України, де понад 70% території країни займають сільськогосподарські угіддя. Бджоли є досить вразливою мішенню, коли інсектициди потрапляють у біосферу в період збору нектару та пилку. Інсектициди мають значний вплив. Приблизно 95% хімічних отруєнь комах-запилювачів пов'язані з інсектицидами. На гербіциди припадає до 4%, а пестицидами – 1%. Перелік інсектицидів та пестицидів містить 146 торгових марок інсектицидних та інсектицидних хімічних речовин. З них 86 відносяться до 1-го класу небезпеки, сім – до 2-го класу небезпеки і п'ять – до 3-го класу небезпеки. Лише один інсектицид і три мітициди відносяться до 4 класу небезпеки. Для запобігання отруєнню бджіл необхідно розробити стратегії запобігання отруєнню. Бджоли також дуже чутливі до різних хімічних засобів захисту рослин, що використовуються в сільському господарстві і до перенасичення ґрунту мінеральними добривами, які впливають на виробництво нектару. (Рис. 2) [2].

Найбільш прийнятні стратегії базуються, по-перше, на розумінні важливості бджіл як запилювачів, тобто факторів, що підвищують врожайність сільськогосподарських культур, по-друге, на сприянні безпечному використанню пестицидів. Дотримання норм, що регулюють використання пестицидів, є критично важливим [2].

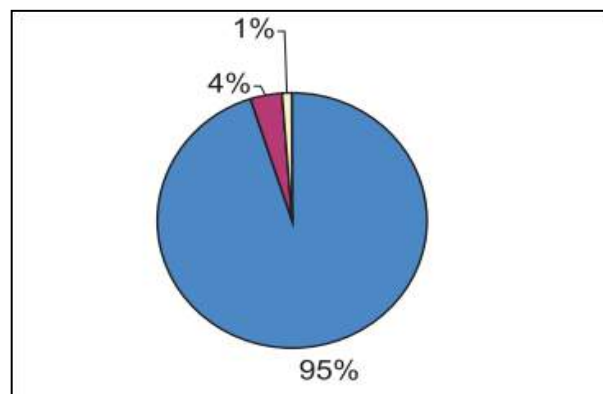


Рис 2. Розподіл впливу засобів захисту рослин на бджільництво[2]

Тому, за останні десятиліття наростає обурення щодо використання хімічних засобів контролю за шкідниками, оскільки вони мають негативний вплив на популяції комах та наше навколишнє середовище. У зв'язку з цим, виникає потреба у розробці та впровадженні альтернативних методів контролю за шкідниками.

Біологічний контроль є одним з ефективних методів боротьби з шкідниками без використання хімічних отрут. Цей підхід базується на використанні природних ворогів шкідників, таких як хижаки, паразити або мікроорганізми, для знищення чи контролю за їхніми популяціями. На відміну від хімічних методів, біологічний контроль сприяє збереженню біорізноманіття та немає негативного впливу на навколишнє середовище. Один з прикладів біологічного контролю – введення божих жуків для боротьби з комахою. «Божі

жуки», такі як види роду *Coccinella*, є відомі своїм хижацьким способом життя і полюють на шкідливих комах. Після введення відповідних видів божих жуків на інфіковані ділянки, їхня популяція збільшується, що допомагає знизити та попередити поширення шкідників. Іншим прикладом є використання паразитичних комах, таких як трихограми. Вони відкладають свої яйця всередину яєць шкідливих комах. Після вилуплення личинки трихограм видають внутрішні органи та знищують личинки шкідника [4].



Рис. 3. Coccinellidae Latreille [4].

Фізичний контроль базується на використанні фізичних факторів, таких як температура або холод, для регулювання популяцій комах. Цей підхід стає все більш популярним у сучасній аграрній практиці через його ефективність та екологічну безпечність. Одним із методів фізичного контролю є термічна обробка, яка використовує високі температури для знищення шкідників. Термічна обробка може бути застосована для боротьби з літаючими комахами, такими як мухи або метелики, шляхом підвищення температури у приміщенні до рівня, що небезпечно для їхнього виживання. Крім того, низькі температури також можуть бути використані для контролю за популяціями шкідників. Кріогенна обробка використовує холодний або рідкий азот для знищення шкідників, таких як тарганів чи клопи. Низькі температури знищують шкідників, заморожуючи їх та завдаючи шкоди їхнім клітинам та організмам. Хоча фізичний контроль може бути ефективним способом боротьби з шкідниками, він також має свої. Наприклад, точність контролю може залежати від правильного застосування та розподілу фізичних факторів, а також від специфічних властивостей цільових шкідників [7].

Селективні пестициди є одним з ефективних альтернативних методів контролю за шкідниками, оскільки вони спрямовані на знищення шкідливих організмів без шкоди для інших корисних комах, тварин або рослин. Ці пестициди мають менший вплив на непричинні організми та навколишнє середовище, оскільки вони розпадаються або виводяться з нього швидше, ніж традиційні пестициди. Одним з прикладів є пестициди на основі біологічно активних речовин, таких як бактерії або грибки, які спрямовані на конкретних шкідників і не шкодять корисним комахам чи рослинам. Такі препарати мають короткий період розпаду та не накопичуються в ґрунті або воді, що дозволяє зменшити їхній негативний вплив [6].

Феромони можуть бути використані для переривання спарювання шкідливих комах. Наприклад, феромони можуть бути випущені в середовище, щоб заплутати самців та самиць, що знижує кількість яєць, які вони відкладають [5].

Також розробка генетично модифікованих рослин, які мають вбудовану стійкість до шкідників або виробляють власні біологічно активні речовини, є одним із ефективних методів контролю за шкідниками у сільському господарстві. Деякі зразки таких рослин вже успішно впроваджуються у сільське господарство. Наприклад, генетично модифіковані кукурудзяні гібриди, що виробляють Vt токсин, можуть захищатися від пошкоджень, завданих комахами, такими як метелики. Той самий принцип застосовується і до інших сільськогосподарських культур. Так, генетично модифіковані соєві та бавовняні рослини зі стійкістю до гербіцидів дозволяють фермерам використовувати для боротьби з бур'янами, не пошкоджуючи сільськогосподарських культур. Ці генетично модифіковані рослини представляють собою інноваційний підхід до контролю за шкідниками, який може допомогти збільшити врожайність і знизити використання хімічних пестицидів у сільському господарстві [8].

Висновки. В даній науковій статті ми дослідили вплив хімічних засобів на популяцію комах та їхні наслідки для навколишнього середовища. Використання хімічних пестицидів та інших агрохімікатів може мати серйозний вплив на комах, включаючи зменшення популяцій та порушення екосистемних взаємозв'язків. Більш того, дослідження підтверджують необхідність розгляду альтернативних методів контролю шкідників, таких як: біологічний контроль, використання феромонів та фізичний контроль, для зменшення негативного впливу на комах та екосистему в цілому. Враховуючи важливу роль комах у збереженні біорізноманіття та стійкості екосистем, підкреслюючи необхідність більш відповідального підходу до використання хімічних засобів у сільському господарстві та інших сферах, з метою збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь.

Список використаної літератури

1. «Бджоли». URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Бджоли> (дата звернення 10.03.2024 р.).
2. Рудська Н. О. Формування видового складу запилювачів та їх вплив на насінневу продуктивність рослин люцерни у Правобережному Лісостепу України. *Захист і карантин рослин*. 2016. Вип. 62. С. 206–215.
3. Gurr, Geoff M. Multi-country evidence that crop diversification promotes ecological intensification of agriculture. *Nature Plants*. 2018, С. 1-9.
4. Федоренко, В.П., Мостов'як, С.М., Мостов'як, І.І. Екологічно безпечні методи контролю чисельності шкідників у сучасних агротехнологіях. 2021. 11 с.
5. Rice, M.E., Zou, Y., Millar, J.G. & Hanks, L.M. Complex Blends of Synthetic Pheromones are Effective Multi-Species Attractants for Longhorned

Beetles (Coleoptera: Cerambycidae). Journal of Economic Entomology. 2020. С. 2269–2275.

6. Kaur, Gurinder, and Amrinder Singh. Bacterial Pesticides: Present Status and Future Challenges. Journal of Plant Diseases and Protection. 2017, С. 17-24.

7. Isman, M. B. Physical methods for insect pest management in greenhouse and field crops. Pest Management Science. 2020, С. 429-437.

8. «Сонечка». URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Сонечка> (дата звернення 10.03.2024).

Вікторія ПРОТАСОВА¹⁴,
студентка 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОДЕЗІЇ ТА ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ АГРАРНИМИ РЕСУРСАМИ

***Анотація.** Дана стаття присвячена дослідженню інноваційних методів використання геодезії та земельного кадастру для оптимізації управління аграрними ресурсами. Аграрний сектор є важливим елементом економіки країни, тому впровадження новітніх технологій та методів управління є необхідним для досягнення ефективності та стійкості в цій сфері.*

Стаття розглядає роль геодезії, яка включає в себе вимірювання, картографування та аналіз географічних даних, у вирішенні проблем аграрного сектору. Застосування геодезичних методів дозволяє точно визначити межі земельних ділянок, їх площу та рельєф, що сприяє ефективному плануванню використання земельних ресурсів.

***Ключові слова:** геодезія, земельний кадастр, інноваційні методи, управління аграрними ресурсами, оптимізація.*

***Annotation.** This article is devoted to the study of innovative methods of using geodesy and land cadastre to optimize the management of agricultural resources. The agricultural sector is an important element of the country's economy, so the introduction of the latest technologies and management methods is necessary to achieve efficiency and sustainability in this area.*

The article considers the role of geodesy, which includes measurement, mapping and analysis of geographic data, in solving the problems of the agricultural sector. The use of geodetic methods allows you to accurately determine the

¹⁴Науковий керівник: Цицюра Я.Г. завідувач науково-дослідної частини, к. с.-г. н., доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ.

boundaries of land plots, their area and relief, which contributes to effective planning of the use of land resources.

Key words: *geodesy, land cadastre, innovative methods, management of agricultural resources, optimization.*

Вступ. Управління аграрними ресурсами є важливим аспектом сільського господарства, який вимагає постійного вдосконалення та оптимізації. Одним з ключових інструментів, що допомагають досягти цих цілей, є геодезія та земельний кадастр [1].

Геодезія – це наука про вимірювання та визначення географічних координат, рельєфу та інших характеристик земельної ділянки. Земельний кадастр, у свою чергу, є системою реєстрації та управління земельними ділянками, включаючи їх власників, межі та права власності.

Геодезія, як наука, що вивчає розташування точок на поверхні Землі та їх взаємозв'язки, відіграє важливу роль у будівництві та різних галузях, пов'язаних із вимірюваннями Землі. За останні десятиліття геодезія зазнала серйозних трансформацій завдяки впровадженню сучасних технологій, зокрема дронів і системи глобального позиціонування (GPS). Ці інновації стали вирішальними для підвищення точності та ефективності геодезичних вимірювань.

Дрони або безпілотні літальні апарати (БПЛА) стали невід'ємною частиною геодезії завдяки їхній здатності знімати точні та швидкі аерофотознімки. Головна перевага полягає в тому, що дрони можуть легко долати складні ландшафти і вимірювати важкодоступні або небезпечні місця.

Враховуючи важливість теми, давайте детальніше розглянемо, як дрони та GPS-технології застосовуються в геодезії та як змінюються методики зйомки.

Земельний кадастр та геодезія є невід'ємною частиною сучасного аграрного сектору. Завдяки інноваційним методам використання цих інструментів, управління аграрними ресурсами стає більш ефективним та оптимізованим. У даній статті ми розглянемо деякі з найсучасніших підходів до використання геодезії та земельного кадастру для оптимізації управління аграрними ресурсами [2].

Сучасне сільське господарство стикається зі значними викликами, пов'язаними з управлінням аграрними ресурсами. Зростаючі потреби населення, зміни клімату, екологічні проблеми та економічна нестабільність вимагають впровадження інноваційних методів для оптимізації управління цими ресурсами. Одним із ключових інструментів, що забезпечує ефективне використання аграрних ресурсів, є геодезія та земельний кадастр.

Наукові дослідження та публікації в галузі інноваційних методів використання геодезії та земельного кадастру для оптимізації управління аграрними ресурсами в останні роки виявили значний прогрес. Результати цих досліджень впливають на розвиток сільського господарства та землекористування, сприяючи підвищенню ефективності управління аграрними ресурсами.

Одним з основних напрямків досліджень є використання сучасних геодезичних технологій, таких як глобальна навігаційна супутникова система (ГНСС), лазерне сканування, аерофотограмметрія та геоінформаційні системи (ГІС). Ці технології дозволяють збирати точні дані про земельні ділянки, їх рельєф та розташування, що допомагає покращити планування та управління сільськогосподарськими ресурсами.

Іншим важливим аспектом є використання земельного кадастру для збору та аналізу даних про власність, використання та стан земельних ділянок. Це дозволяє ефективно вирішувати питання щодо розподілу земельних ресурсів, контролю за використанням землі та забезпечення стійкого розвитку аграрного сектору.

Останні дослідження показують, що інтеграція геодезії та земельного кадастру з іншими сучасними технологіями, такими як штучний інтелект, аналітика даних та Інтернет речей, відкриває нові можливості для оптимізації управління аграрними ресурсами. Наприклад, автоматизовані системи моніторингу можуть виявляти зміни використання землі чи незаконне забезпечення власності, що сприяє більш ефективному контролю та управлінню земельними ресурсами [3].

Метою даної статті є розглянути інноваційні методи використання геодезії та земельного кадастру для оптимізації управління аграрними ресурсами. В рамках дослідження будуть проаналізовані сучасні підходи та технології, що використовуються в геодезії та земельному кадастрі, а також їх потенціал для підвищення ефективності управління аграрними ресурсами. В результаті статті будуть запропоновані рекомендації щодо впровадження інноваційних методів у практику управління аграрними ресурсами з метою досягнення оптимальних результатів.

Виклад основного матеріалу. Оптимізація управління аграрними ресурсами є важливою задачею для сільськогосподарських підприємств. Використання інноваційних методів геодезії та земельного кадастру може значно сприяти вирішенню цієї задачі.

Геодезія включає в себе вимірювання, картографування та аналіз географічних даних. Застосування сучасних геодезичних технологій, таких як GPS-навігація, дистанційне зондування (та геоінформаційні системи, дозволяє точно визначати розташування та характеристики сільськогосподарських угідь. Це дає змогу ефективно планувати використання земельних ресурсів, враховуючи їх потенціал та особливості (рис. 1).



Рис 1. Дистанційне зондування землі

Земельний кадастр є системою реєстрації та обліку земельних ділянок. Використання інформації з кадастру дозволяє здійснювати аналіз та моніторинг використання земель, виявляти недоліки та прогалини в управлінні ресурсами. Крім того, земельний кадастр може служити основою для розробки стратегій розвитку сільськогосподарського сектору та прийняття обґрунтованих рішень [4].

Застосування інноваційних методів геодезії та земельного кадастру допомагає підвищити ефективність використання аграрних ресурсів, зменшити втрати та ризики, покращити планування та управління сільськогосподарськими процесами. В результаті, це сприяє підвищенню продуктивності та прибутковості сільськогосподарських підприємств.

Інноваційні методи використання геодезії та земельного кадастру можуть відігравати важливу роль у оптимізації управління аграрними ресурсами. Геодезія, як наука про вимірювання та вивчення Землі, та земельний кадастр, який систематизує та реєструє земельні ділянки, можуть забезпечити цінну інформацію для аграрних підприємств та організацій.

Один із інноваційних методів використання геодезії та земельного кадастру – це використання геопросторових технологій. За допомогою геопросторових систем (ГІС) можна зібрати, аналізувати та візуалізувати дані про земельні ресурси, що дозволяє краще розуміти їх розподіл, використання та потенціал.

Інформація, що містить просторові елементи, є невід'ємною частиною всіх даних, які обробляються установами та організаціями. Тому сучасні географічні інформаційні системи вже давно вийшли за рамки поняття систем, які обробляють просторові дані. Сучасні ГІС мають справу не тільки з атрибутами різних карт та об'єктів на них, але й з різними типами документів (текстовими, графічними, мультимедійними), пов'язаними з конкретними об'єктами, виконують складні запити до баз даних, за результатами яких можна будувати картограми та діаграми до конкретних територій, карти та виконувати багато інших операцій.

Іншим інноваційним методом є використання дистанційного зондування. За допомогою супутників та дронів можна отримати детальні зображення та дані про земельні ділянки, що дозволяє здійснювати більш точний аналіз та моніторинг земельних ресурсів.

Супутниковий моніторинг. Для отримання регулярної інформації про стан рослинності можна використовувати різні індикатори (наприклад, NDVI, GNDVI, EVI2). На практиці кожен індикатор рослинності – це певна комбінація відбивних властивостей, які вимірюються датчиками у двох або більше каналах з різною довжиною хвилі. Це можуть бути індикатори вмісту вологи, хлорофілу, пігментів тощо, які характеризують стан рослинності певним чином. Перевагою такого типу спостережень є те, що вони не потребують значних додаткових зусиль і дозволяють отримати велику кількість даних. Водночас, знімки певного поля можна порівнювати за останні кілька років, щоб виявити ділянки неоднорідності та порівняти поля між собою. Недоліком супутникового моніторингу посівів є те, що неоднорідний розвиток може бути наслідком ряду умов, які не видно з супутника, тому проблемні ділянки потрібно додатково

обстежувати. Крім того, тривалі періоди хмарності ускладнюють отримання достовірної інформації [7].

Також, використання цифрових технологій та автоматизація процесів у земельному кадастрі та геодезії можуть сприяти оптимізації управління аграрними ресурсами. Наприклад, впровадження електронних систем реєстрації та обробки даних може зменшити час та зусилля, необхідні для здійснення земельних операцій [5, 6].

Інноваційні методи використання геодезії та земельного кадастру можуть значно сприяти оптимізації управління аграрними ресурсами.

Один з таких методів – це використання сучасних геодезичних технологій, таких як геодезичні прилади з високою точністю, аерофотозйомка та дрони. Завдяки цим технологіям можна отримати детальну інформацію про земельні ділянки, їх розміри, рельєф та інші характеристики. Це дозволяє ефективніше планувати використання землі, визначати оптимальні межі господарських об'єктів та забезпечувати їх раціональне використання [1] (рис. 2.).



Рис 2. Агро-дрон Reactive Drone Agric RDE412 (PROF) [6]

Також, використання земельного кадастру дозволяє збирати та систематизувати інформацію про земельні ділянки, їх власників та використання. Це допомагає забезпечити прозорість та ефективність управління аграрними ресурсами, уникнути конфліктів щодо власності на землю та забезпечити дотримання земельного законодавства.

Застосування інноваційних методів геодезії та земельного кадастру може також сприяти впровадженню сучасних технологій у сільському господарстві, наприклад, використанню систем автоматизованого зрошення, моніторингу врожайності тощо.

Моніторингу врожайності та картографія врожайності надають багато інших переваг при роботі на фермах і поза ними. На господарстві: інформація в режимі реального часу під час збору врожаю, легше тестування на фермах, краще управління зі змінною швидкістю, оцінка загальнопольових покращень і створення історичної бази просторових даних. Поза господарством: до переваг моніторингу врожайності входять реальніші договори з орендодавцем, документація про культури для збереження ідентичності маркетингу, «контрольні» записи для безпечності харчових продуктів і документація відповідності природоохоронним нормам. Це дозволяє збільшити продуктивність та ефективність сільськогосподарського виробництва.

В цілому, інноваційні методи використання геодезії та земельного кадастру дозволяють забезпечити більш точне та ефективно управління аграрними ресурсами. Вони допомагають зрозуміти та використовувати потенціал земельних ділянок, забезпечуючи оптимальну організацію сільськогосподарської діяльності.

Висновки. Інноваційні методи використання геодезії та земельного кадастру дозволяють оптимізувати управління аграрними ресурсами. Завдяки сучасним технологіям, аграрні управлінці можуть ефективно планувати використання земельних ділянок, контролювати зміни використання землі та приймати обґрунтовані рішення щодо вирощування культур. Впровадження цих інноваційних методів сприятиме сталому розвитку аграрного сектору та забезпечить оптимальне використання аграрних ресурсів для задоволення потреб населення.

Геодезія та земельний кадастр є важливими інструментами для управління аграрними ресурсами. Вони дозволяють збирати, аналізувати та візуалізувати географічні дані, пов'язані з аграрними землями. Інноваційні методи геодезії та земельного кадастру, такі як використання дистанційного зондування, геоінформаційні системи та глобальні навігаційні системи, дозволяють збільшити точність та швидкість збору геодезичних даних [5].

Оптимізація управління аграрними ресурсами за допомогою геодезії та земельного кадастру може включати такі аспекти, як визначення оптимального розташування сільськогосподарських угідь, планування використання земельних ресурсів та моніторинг змін використання земель.

Використання інноваційних методів геодезії та земельного кадастру може сприяти підвищенню ефективності використання аграрних ресурсів, зменшенню втрат земельної площі та підвищенню прибутковості сільськогосподарських підприємств.

Для успішної оптимізації управління аграрними ресурсами за допомогою геодезії та земельного кадастру необхідна висока кваліфікація фахівців, а також впровадження сучасних технологій та програмного забезпечення.

Узагальнюючи, інноваційні методи використання геодезії та земельного кадастру є потужним інструментом для оптимізації управління аграрними ресурсами. Вони дозволяють збирати та аналізувати географічні дані, що сприяє підвищенню ефективності використання земель та досягненню стійкого розвитку сільського господарства.

Список використаної літератури

1. Бондаренко О.М. Геодезія та земельний кадастр у сільському господарстві: навчальний посібник. Київ: Видавництво «Аграрна наука», 2017. 303 с.
2. Ковальчук В.І., Ковальчук О.В. Геодезія та земельний кадастр: навчальний посібник. Київ: Видавництво «Центр учбової літератури», 2018. 296 с.

3. Кузьмін О.І. Геодезія та земельний кадастр: навчальний посібник. Київ: Видавництво «Центр навчальної літератури», 2016. 336 с.

4. Лук'янов С.М., Лук'янова Л.С. Геодезія та земельний кадастр: навчальний посібник. Київ: Видавництво «Кондор», 2019. 222 с.

5. Мельник В.О., Мельник О.В. Геодезія та земельний кадастр: навчальний посібник. Київ: Видавництво «Центр навчальної літератури», 2015. 220 с.

6. Дрон в допомогу: методичка по викростанню БПЛА в агрокомпанії. URL: <https://latifundist.com/blog/read/2788-dron-v-pomoshch-metodichka-po-ispolzovaniiyu-bpla-v-agrokompanii> (дата звернення 20.03.2024 р.).

7. Дистанційне зондування землі. URL: titanmachinery.ua (дата звернення 20.03.2024 р.).

Марія СТЕБЛИНА¹⁵,
студентка 1 курсу,
факультет екології, лісівництва та
садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

МОРФОЛОГІЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ПАВЛОВНІЇ (PAULOWNIA)

***Анотація.** Дана стаття присвячена морфологічним та біологічним особливостям вирощування павловнії (Paulownia).*

Результатами дослідження встановлено, що однією з перспективних високопродуктивних культур для виробництва біопалива є павловнія (Paulownia). Це не тільки швидкоростуча, а й довговічна рослина, з наростанням одного дерева 0,4-0,6 м з деревини за п'ятирічний цикл. Встановлено, що павловнія здатна поглинати в декілька разів більше CO₂, ніж будь-яка інша культура.

За даними результатів дослідження встановлено, що листя павловнії відзначається високою кормовою цінністю, а тому підходить для годівлі тварин. Зелене листя містить майже 20 % протеїнів, багате азотом, а після опадання забезпечує тунт поживними речовинами, їх можна також використовувати для приготування компосту. Дослідження свідчать, що павловнія є також цінним медоносом.

***Ключові слова:** рослини павлонії, розвиток, поширення, значення*

***Annotation.** This article is devoted to the morphological and biological features of growing Paulownia.*

¹⁵Науковий керівник: Яковець Л.А. кандидат с.-г. наук, доцент кафедри, ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

The results of the study have shown that one of the most promising high-performance crops for biofuel production is Paulownia. It is not only a fast-growing but also a durable plant, with a growth of 0,4-0,6 m³ of wood per tree in a five-year cycle. It was found that paulownia is able to absorb several times more CO₂ than any other crop.

According to the study, paulownia leaves are characterized by high fodder value and are therefore suitable for animal feeding. The green leaves contain almost 20% protein, are rich in nitrogen, and after falling off, they provide nutrients to the soil and can also be used to make compost. Studies show that paulownia is also a valuable honey plant.

Key words: *of the paulownia plant, development, distribution, significance*

Вступ. Екологічні проблеми планети спонукають людство знаходити все нові джерела енергії: води, вітру, сонця, геотермальних вод, а також біоенергетичних культур, які використовуються для виробництва біопалива та зменшують негативний вплив шкідливих викидів на довкілля.

Високопродуктивні біоенергетичні культури сприяють поглинанню значних обсягів вуглекислого газу з атмосфери та виділенню кисню. Найбільш інтенсивно поглинають вуглекислий газ культури що відносяться до виду C₄ за фотосинтезом. До основних переваг даних культур як джерела альтернативної енергії належать екологічна чистота їх викидів порівняно з викопними видами палива. Під час згоряння біопалива на основі біоенергетичних культур в атмосферу виділяється значно менше вуглекислого газу, ніж поглинається рослинами в процесі фотосинтезу, утворюється у 20-30 разів менше оксиду сірки й у 3-4 рази менше золи порівняно з вугіллям. У процесі згоряння твердого біопалива побічним продуктом є органічна речовина, яку можна використовувати як добриво [1-3]. Вирощування біоенергетичних культур, виробництво та використання біопалива сприяє підвищенню рівня зайнятості населення та є джерелом додаткового доходу, зокрема в сільській місцевості, де гостро відчувається нестача робочих місць.

Україна відзначається значним потенціалом біоенергетичних ресурсів, але за темпами розвитку біоенергетики все ще відчутно відстає від європейських країн, окремі з яких вже досягли заміщення понад 50% викопних видів палива на біологічні. На даний час в Україні виробляється лише 3,8% енергії з біопалива від загального обсягу спожитої [4, 5].

Заміна викопних видів палива органічною сировиною на основі біоенергетичних культур в останні роки стала актуальною для багатьох країн, у тому числі й для України [6]. Тому для сучасної аграрної науки є надто важливим пошук і дослідження нових високопродуктивних культур, сировина яких може бути використана для виробництва біопалива, а також поєднання потенціалу ґрунтово-кліматичних умов вирощування біоенергетичних культур з їх біологічними особливостями й здатністю до трансформації енергії сонця в доступні для господарської діяльності форми. полягає у вивчення лишайників, як індикаторів стану навколишнього середовища в Україні.

Саме в поєднанні системних заходів землеробства з новітніми технологіями може бути реалізований найефективніший підхід щодо інтенсифікації біоенергетики, що виникає на межі синтезу біологічних можливостей агроценозу рослин і технологічного потенціалу його використання [7].

Однією з перспективних високопродуктивних культур для виробництва біопалива є павловнія (*Paulownia*). Це не тільки швидкоростуча (5-6 м у висоту в рік), а й довговічна (до 50 років) рослина, з наростанням одного дерева 0,4-0,6 м³ деревини за п'ятирічний цикл. Ця рослина здатна поглинати в декілька разів більше CO₂, ніж будь-яка інша культура. Листя павловнії відзначається високою кормовою цінністю, а тому підходить для годівлі тварин. Зелене листя містить майже 20 % протеїнів, багате азотом, а після опадання забезпечує ґрунт поживними речовинами, їх можна також використовувати для приготування компосту [7]. Павловнія є також цінним медоносом.

Виклад основного матеріалу. Павловнія (*Paulownia*)—рід вічнозелених і напіввічнозелених листопадних дерев, які раніше відносили до родини Норичникових. Сьогодні цей рід визнано єдиним представником родини Павловнієвих. У світі нараховується більше 20 видів цього роду: *P.australis*, *P.catalpifolia*, *P.coreana*, *P.duclouxii*, *P.elongata*, *P.fargesii*, *P.fortunei*, *P.glabrata*, *P.grandifolia*, *P.imperialis*, *P.kawakamii*, *P.lilacina*, *P.longifolia*, *P.meridionalis*, *P.mikado*, *P.recurva*, *P.rehderiana*, *P.shensiensis*, *P.silvestrii*, *P.taiwaniana*, *P.Thyrsoidea*, *P.tomentosa*, *P.viscosa*.

Для вирощування деревини на промислових плантаціях в Європі використовують види: *P.fortunei*, *P.glabrata*, *P.taiwaniana*, *P.Tomentosa*, *P. elegantata* їхні гібриди. Найкраще пристосовуються до ґрунтово-кліматичних умов гібриди від схрещування видів *P.elongata*/*P.fortunei*.

Адаптованими гібридами павловнії до ґрунтово-кліматичних умов України, є клон *Paulownia Clone invitro 112* та гібрид *PongTong*, що витримують низькі температури -25-27° С, *P. Nordmax-21* (гібрид від схрещування *P.tomentosa* та *P.fortunei*)—до -23,5°С та вид *P.Tomentosa* до -20,0° С. У південних областях України для створення плантацій павловнії можна використовувати гібриди *P. elongata* та *P. catalpifolia*; *ShanTong*; *Paulownia-9501*, які можуть витримувати температуру до -17,5°С [9].

Завдяки інтенсивному наростанню деревини та біомаси павловнія характеризується як «дерево майбутнього», дерево-фенікс, її ще називають дерево-принцеса, драконове дерево, кірі, наразі вона є поки що маловідомою культурою.

На даний час в Україні найбільш широко використовується морозостійкий гібрид *Paulownia Clone invitro 112* і спанської селекції. Власником патенту є Хосе Марія з Сан-Феліу-де-Льобрегат (Барселона, Іспанія), який зареєстровано в Інституті 2007 року [9,10].

Оптимальна температура для росту та розвитку рослин павловнії коливається в діапазоні +22...+28 °С. Більшість видів павловнії, що вирощуються для промислового використання, витримують температури від -20 °С до +40 °С.

Павловнія надзвичайно ефективно використовує сонячну радіацію, тому південні схили є оптимальними для закладання плантацій. Концентрація

сонячної радіації за цих умов – прямо пропорційна кутунахилудо сонця.

Листя павловнії – супротивні, на кінці гілки зближуються, великогорозміру в нижній частині стовбура (діаметром 75 – 80 см), яйцеподібні, широкоовальної форми; біляоснови–серцеподібні, цілісні або намолодих рослинах в кінці листка трикутної форми зубчасті; на молодих екземплярах–трикутнотрьох-п’ятилопатеві, цілокраїабозубчасті, знизугустоопушені, безприлистків, надовгих, опущенихчерешках(рис. 1).



Рис 1. Однорічні рослини павловнії на промисловій плантації

Впродовж вегетації рослини дуже швидко розвиваються й мають значну площу поглинання диоксида вуглецю CO_2 та виділення кисню.Одне дерево за годину може поглинути в середньому 22 кг вуглекислогазу й виділити в атмосферу 6 кг кисню, очищаючи тисячі кубічних метрів повітря, що має важливе екологічне значення.

Оскільки листя павловнії великих розмірів, рослина утворює густу тінь і зберігає ґрунтовувологу, створюючи сприятливий мікроклімат рослинам, що сумісно з нею вирощуються. Після листопаду листкова маса що опадає, збагачує ґрунт азотом та покращує його структуру.

Біомаса (листя) павловнії унікальна за своїм хімічним складом. Вонаміститьдо20 %протеїнів (білків), за смаковими характеристиками нагадує зелень люцерни, конюшини, тому є цінним кормом для тварин (кролів, кіз, овець, коней, корів). На рис. 2, наведено вигляд листків павловнії *Paulownia Cloneinvitro 112*, з культури *invitro* восени.



Рис 2. Розмір листків однорічної рослини павловніївосени (*Paulownia Cloneinvitro 112*).

Під кінець літа в трирічних рослин павловнії на кінці пагонів утворюються пуп’янки, які перезимовують і розпускаються навесні (рис. 3).

Дерева павловнії цвітуть ще до початку набубнявіння листкових бруньок, або під час розпускання листя, тобто вони закладають свої пуп'янки ще восени.



а) б) в)
Рис 3. Пуп'янки трирічного дерева павловнії: а)восени;б)взимку; в)навесні

Квітки павловнії блідо-фіолетового кольору довжиною 7-8 см і діаметром до 5-6 см. Чашечка обернено конічна, віночок білий, фіолетовий або світло-фіолетовий, трубчасто-лійкоподібної форми довжиною 8-12 см (рис. 4).



Рис 4. Весняні квітки трирічного дерева павловнії в трьох різних проекціях (Paulownia Clone invitro112)

Шестирічне дерево павловнії може досягати в діаметрі 30-40 см та 15-20 м висоту з об'ємом деревини 0,4-0,6 м³. Однорічне дерево виростає в діаметрі до 6-7 см, дворічне – до 14-15 см, трирічне – до 19-20 см (рис. 5). Кора дерева – світло-сірого кольору, гладка, з невеликими тріщинами в дорослих деревах. Діаметр зрілого дерева (до 20 років) може досягати 100 см.



а) однорічний б) дворічний в) трирічний

Рис. 5. Зрізи стовбура павловнії одного-трьох років

Темпи наростання деревини збільшуються за сприятливих умов вирощування при достатньому зволоженні, оптимальній температурі повітря та ФАР. Деревина павловнії приблизно на 40 % легша звичайної деревини та є перспективною для виробництва целюлози та паперу. Піломатеріал із павловнії легко висихає й відзначається оптимальними тепловими та електроізоляційними характеристиками.

Висновки. Отже, павловнія – це важливий вид дерева з великим потенціалом для використання в сільському господарстві та лісівництві. Її морфологічні та біологічні особливості роблять її вигідною для вирощування в різних кліматичних умовах. З успішним вирощуванням павловнії можна отримати високоякісну деревину, волокно та насіння, що забезпечить стабільний дохід для сільського господарства та лісівництва.

Список використаної літератури

1. Бондар В.С., Гументик М.Я. Стратегія та пріоритети розвитку біоенергетики в Україні. Економіка АПК. 2018. № 3. С. 17-25.
2. Відновлювана енергетика в Україні: сьогодення та перспективи. Українська асоціація відновлюваної енергетики. URL: <https://vse.energy/docs/OEW-orgel.pdf> (дата звернення: 02 липня 2018).
3. Біологічні та технологічні основи плантаційного лісовирощування Я.Д. Фучило, М.І. Ониськів, М.В. Сбитна. К; ННЦ ІАЕ, 2016. 194 с.
4. Фучило Я.Д., Сінченко В.М., Ганженко О.М., Гументик М.Я. та ін. Методологія дослідження енергетичних плантацій верб і тополь: монографія / за ред. члена-кореспондента НААН В. М. Сінченка. К. : Компринт, 2018. 137 с.
5. Мацкевич О.В., Філіпова Л.М., Мацкевич В.В., Андрієвський В.В. Павловнія: Науково-практичний посібник. Біла Церква: БНАУ, 2019. 80 с
6. Опис та характеристика рослини Павловнія. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/plants/pavlovniya>.
7. Bergmann, V.A., Whetten, R. (2018). In vitro rooting and early greenhouse growth of micropropagated Paulownia elongata shoots. *New Forests* 15, 127–138.

Богдан ВОРОНА¹⁶,
студент 2 курсу,
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ КОМАХ-ЗАПИЛЮВАЧІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

***Анотація.** Запилення рослин – одна з найбільш значимих екосистемних послуг, від якої залежить продовольча безпека людства та функціонування природних екосистем, 80% видів квіткових рослин потребують перенесення комахами пилку з одних квітів на інші. В даній статті розглянуто, який вплив мають комахи-запилювачі на продуктивність вирощування сільськогосподарських культур. Встановлено, які саме комахи є запилювачами і яка їх практична роль. Також розглянуто питання впливу не лише відомих нам запилювачів – медових бджіл, а й інших комах, які також відіграють важливу роль в запиленні. Таким комахами являються оси, дикі бджоли, джмелі, мурахи, молі, жуки, мухи, метелики та інші.*

***Ключові слова:** комахи-запилювачі, рослини, продуктивність.*

***Annotation.** Pollination of plants is one of the most important ecosystem services, which depends on the food security of mankind and the functioning of natural ecosystems, 80% of flowering plant species require the transfer of pollen from one flower to another by insects. This article examines the influence of pollinating insects on the productivity of growing agricultural crops. It was established which insects are pollinators and what their practical role is. The question of the influence of not only the known pollinators - honey bees, but also other insects that also play an important role in pollination - is considered. Such insects are wasps, wild bees, bumblebees, ants, moths, beetles, flies, butterflies and others.*

***Key words:** pollinating insects, plants, productivity.*

***Вступ.** Запилення рослин – одна з найбільш значимих екосистемних послуг, від якої залежить продовольча безпека людства та функціонування природних екосистем, 80 % видів квіткових рослин потребують перенесення комахами пилку з одних квітів на інші. Без цього неможливе запилення, а отже, і утворення насіння. Без щорічного підтримання цього процесу зруйнується більшість харчових зв'язків на планеті, а це потім може призвести до вимирання великої кількості видів. Також зупиняться процеси в екосистемах, які формувались протягом багатьох мільйонів років, 75 % рослинної їжі, яку споживає людство, також походять саме від комахозапильних рослин [1]. Від запилення комахами залежать і практично всі декоративні рослини, адже ми їх*

¹⁶Науковий керівник: Рудська Н. О. канд. с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

обрали в якості прикрас саме через яскраві квіти, створені, щоб приваблювати комах-запилювачів. Певною мірою, продукцією тваринництва ми також завдячуємо комахам запилювачам. Та все ж ми вживаємо переважно м'ясо тварин, вирощених на кормах, отриманих з вітрозапильних рослин. Комахозапильні сільськогосподарські культури мають більшу цінність. До продуктів, що мають не тільки високу товарну, але й харчову цінність для людини належать фрукти та овочі, врожайність яких повністю залежить від комах. Добре запилені культури дають більшу кількість продукції кращої якості і більш привабливої для споживача[2].

Виклад основного матеріалу. Комахозапилення, ентомофілія – перенесення пилку з однієї рослини на іншу за допомогою комах, вид перехресного запилення. До комахозапильних рослин належать калина, гречка, первоцвіт, мак та інші. У кліматичному поясі України до загону комах-запилювачів належать медоносні бджоли, поодинокі дикі бджоли, оси, джмелі, метелики, жуки, мурахи, мухи, молі й інші комахи.

Бджола медоносна (*Apis mellifera*) – вид бджіл, що належить до класу комах (Insecta), ряду перетинчастокрилих (Hymenoptera), родини справжніх бджолиних (Apidae). Свійська комаха, стратегічний запилювачі квіткових рослин. Бджола медоносна й шовкопряд шовковичний – єдині комахи, яких вдалося одомашнити людині [3, 4].

З давніх-давен бджоли медоносні (рис. 1) відіграють надзвичайно важливе значення для людини, яка давно помітила користь від споживання меду, а також лікувальні властивості прополісу, теж важливого продукту діяльності бджіл. Люди збирали мед ще з давніх давен, про що, зокрема, свідчить стародавній наскельний малюнок у Павучих печерах, на якому зображено людину, що виймає стільники з бджолиного кубла. Образ медоносних бджіл неодноразово використовували у фольклорі, художній літературі, фільмах, комп'ютерних іграх, філателії та геральдиці [5].



Рис. 1. Медоносна бджола [6]

Бджоли відіграють важливу роль у запиленні квіткових рослин як найчисельніша група запилювачів у екосистемах, пов'язаних з квітами. Залежно від поточної потреби, бджоли можуть концентруватися як на зборі нектару, так і на зборі пилку. В обох випадках бджоли сприяють запиленню рослин, але при зборі пилку цей процес проходить набагато ефективніше. Запилення бджіл

поліпшує виробництво олійних культур, що використовуються як біопаливо, наприклад, соняшник, рапс та ріпак. Проведені дослідження, які свідчать, що 100 економічно важливих сільськогосподарських культур запилюються медоносними бджолами.

Дика бджола – це комаха, яка веде поодинокий спосіб життя. На відміну від медоносних бджіл, які живуть сім'ями, кожна самиця одиночної бджоли робить гніздо – чи то в ґрунті, чи то в певних порожнинах – в очереті, в ходах комах-деревогризів і т. д. Самиця носить туди пилок, відкладає яйце і цим пилом годує личинку. При цьому на відміну від медоносної бджоли, дикі бджоли відвідують квіти саме заради пилку, тому вони є основними запилювачами. Бджоли відіграють ключову роль в екосистемі нашої планети. Їх головним завданням є запилення рослин. Через важку екологічну ситуацію популяція бджіл різко скорочується. Свійські бджоли виживають, завдяки людині, а ось дикі бджолизнаходяться на межі вимирання (рис. 2).

Дикі бджоли (особливо джмелі) важливі для запилення таких культурних рослин, як томати, огірки, перці, черешні, вишні, сливи, абрикоси, груші, яблуні, малина, чорниця, полуниця, гарбузи, дині, кабачки та баклажани. І практично незамінними вони є в запиленні люцерни та червоної конюшини.

Якщо поблизу агрогосподарств є ділянки зі сприятливими умовами для підтримки популяцій диких бджіл та інших комах, то дикі запилювачі починають відігравати ключову роль у процесі запилення агрокультур, а медоносні бджоли їх доповнюють [7].



Рис 2. Дика бджола [7]

Також дуже гарними спеціалізованими запилювачами є джмелі (рис. 3). Вони живуть родинами і запилюють рослини з раннього ранку до пізнього вечора, навіть при невеликому дощі та низькій температурі повітря. Більшість з них мають довгий хоботок і відвідують та запилюють червону конюшину й інші рослини, які не може запилити медоносна бджола. Завдяки високій ефективності диких запилювачів – поодиноких бджіл та джмелів, їх почали розводити в штучних умовах. Сьогодні у світі розводиться та застосовується для запилення кормових, олійних, садових, тепличних культур близько 25 видів диких бджіл.

Тільки в США внесок бджіл у вартість сільгосппродукції вимірюється сумою у \$29 млрд на рік (2016 р.). В Україні штучно розводять та використовують 3 види поодиноких бджіл (осмія руда, осмія рогата, люцернова бджола-листоріз) і земляного джмеля [8].



*Рис 3. Джміль глинистий *Bombus argillaceus* [8]*

Метелики (Lepidóptera) – ряд комах з повним метаморфозом. Метелики (рис. 4) є більш ефективними запилювачами, ніж комахи, що літають вдень, такі як бджоли, яких традиційно вважають «працелюбними». У той час як у денних комах є більше часу для перенесення пилку, метелики роблять важливий внесок у короткі години темряви.



Рис 4. Метелик [2]

Мурахи іноді виступають в ролі запилювачів квітів, так як люблять поласувати і нектаром. Мурахисприяють підвищенню родючості ґрунту. Вони перемішують її, насичують киснем (аерують) і розпушують на глибину 50–70 см, збагачують органічними речовинами, азотом, фосфором, магнієм і калієм (рис. 5). Тому мурашники рудих лісових мурах грають роль «фабрики родючості»: трави, чагарники і навіть дерева, що ростуть поблизу мурашника, пишно розростаються. Рослинність навколо мурашників відрізняється інтенсивним зростанням і яскравою зеленою забарвленням [7].



Рис. 5. Мураха [7].

Мухи є досить майстерними запилювачами, набагато кориснішими в цій сфері, ніж жуки. Мухи мають невеликі розміри, за рахунок чого з легкістю досягають внутрішньої частини більшості квітів. Спеціалізовані щелепи

дозволяють двокрилим харчуватись нектаром, і в процесі пилок переноситься від однієї квітки на іншу. Досить небагато аграріїв розуміють, що мухи надають їм надважливу послугу, запилюючи продовольчі культури по всьому світі. Набридлива та одіозна комаха для багатьох людей – муха (рис. 6), може стати ключем до забезпечення гарного урожаю по всьому світі. Незважаючи на погану славу, це неоспівані герої запилення, які нерідко виконують цю функцію краще бджіл. Ба більше, деякі види мух мають ненажерливих личинок, що лише в Англії зжирають понад 6000 тонн попелиці. Щодо продуктивності запилення культур дослідження показують, що мухи не поступаються, а в деяких випадках навіть перевершують бджіл [4].



Рис 6. Муха [4]

Міль – це поліфілетична група комах, яка включає всіх членів ряду Лускокрилі, які не є *Rhopaloscega*, причому молі становлять переважну більшість ряду. Нічні молі (рис. 7) мають важливу, але недооцінену екологічну роль. Вони доповнюють роботу денних запилювачів, допомагаючи зберегти рослинні популяції різноманітними та великими забезпечивши таким чином природне біорізноманіття. Молі є важливими транспортерами пилку на сільськогосподарських угіддях і можуть зіграти роль у збільшенні врожаю [5].



Рис 7. Міль [5].

Добре запилені культури дають більшу кількість продукції кращої якості і більш привабливої для споживача. Заведено вважати, що запилення становить цінність перш за все для сільгоспвиробників, але існують також потреби споживачів. Хоча метелики здебільшого мають відносно тьмяне забарвлення крил, існує багато видів з ефектними кольорами та візерунками. Гігантські метелики-шовкопряди утворюють величезну кількість великих, вражаючих

комаха з різнокольоровими крилами, іноді з довгими хвостами на задніх крилах. Одним із видів молі, який найчастіше можна побачити, є томатна рогова міль, хоча її помічають на стадії гусениці, оскільки вона пожирає листя помідорів на грядці. На противагу звичкам метеликів, метелики зазвичай літають вночі, щоб зібрати нектар у квітів. Однак існує безліч денних метеликів, і багато хто з них яскраво забарвлені. Комаха, яку часто вважають найкрасивішою комахою у світі – це денний метелик, західний метелик, з Мадагаскару. Часто можна помітити, що денні метелики харчуються квітами.

Висновки. Отже, вплив комах-запилювачів на продуктивність вирощування сільськогосподарських культур надзвичайно великий. Запилювачами можуть бути не тільки бджоли, як ми звикли вважати, а й інші комахи, такі як: джмелі, оси, молі, мурахи, мухи, метелики та багато інших. У кожній з перелічених комах є свій певний вплив на вирощування с. г. культур, а саме покращення врожайності культур.

Список використаної літератури

1. Рудська Н. О. Формування видового складу запилювачів та їх вплив на насіннєву продуктивність рослин люцерни у Правобережному Лісостепу України. *Захист і карантин рослин*. 2016. Вип. 62. С. 206–215.
2. Mayer, D.F., Johansen, C.A., Shanks, C.H., Pike, K.S. (2019). Effect soffen valerate insecticide on pollinators. *Journal of the Entomological Society of British Columbia*, 84, P. 39-45.
3. Маркевич О. П. Татарко К. І. Українсько-латинський зоологічний словник. К.: Наукова думка, 2013. 410 с.
4. Броварський В.Д., Бріндза Я., Отченашко В.В., Повозніков М.Г., Адамчук Л.О. Методика дослідної справи у бджільництві: Навчальний посібник. К.: Видавничий дім «Вініченко», 2017. 166 с.
5. 6. Будова медоносної бджоли. URL: https://goodhouse.com.ua/poradi/15930-skilki-par-kril-u-medonosnoi-bdzholi-lapok-foto-opis-budova-medonosnoi-bdzholi-opis.html#google_vignette (дата звернення 15.03 2024 р.).
7. Ільмінська Л. Запилення рослин комахами. Екосистемні послуги. 2021. 28 с.
8. Манойленко, С. В. Шляхи підвищення продуктивності бджолиних сімей в сучасних умовах господарювання. *Наукові записки*. 2018. С. 130.

Iryna Behar¹⁷,
5th year student, Faculty of Ecology, Forestry and Gardening
of the Educational and
Research Institute of Agrotechnology and Nature Management
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine

BIOSAFETY AND BIOSECURITY ISSUES IN TODAY'S ENVIRONMENT

***Анотація.** Мета дослідження полягає у вивченні питань біобезпеки та заходів біозахисту, пов'язаних з появою особливо небезпечних інфекцій у світі. Спалахи відомих особливо небезпечних інфекцій, таких як чума, сибірська виразка та туляремія, які можна вважати новими інфекціями, продовжують становити проблему громадського здоров'я в багатьох країнах. Недавні події в усьому світі підтверджують, що здоров'ю людини загрожує не лише небезпека, яку становлять існуючі природні джерела, але й нові ризики, які можуть виникнути в результаті навмисного використання і вивільнення мікробіологічних агентів і токсинів. Для зменшення загроз біобезпеці, приблизно 200 країн світу підписали Конвенцію про заборону розробки, виробництва та накопичення запасів бактеріологічної (біологічної) і токсинної зброї та про їх знищення (КБТЗ), переглянули Міжнародні медико-санітарні правила (ММСП) і опубліковані міжнародні стандарти та рекомендації з біобезпеки та біозахисту. У рамках епідеміологічного нагляду за особливо небезпечними інфекціями були створені лабораторії високого рівня III і IV, які вимагають дотримання спеціальних правил управління особливо небезпечними агентами.*

***Ключові слова:** BWC, IHR, біобезпека, біозахист, чума, нові інфекції.*

***Annotation.** In recent years, there have been outbreaks of particularly dangerous infectious diseases that are spreading rapidly around the world and damaging the health of populations and economies. These include new infections such as Ebola syndrome, SARS, Zika and others. However, the manifestations of well-known, particularly dangerous infections from the past, such as plague, anthrax and tularaemia, so-called "emerging infections", which in the modern context are a potential cause of mass morbidity and mortality in the population, also remain relevant.*

The aim of this study is to analyse biosafety issues and biosecurity measures related to the emergence of particularly dangerous infections in the world. The method of the study is a literature review and analysis of publications on the following topics Biosafety and biosecurity of domestic and foreign sources.

*Plague is an acute bacterial zoonotic-anthropozoonotic especially dangerous infection, the causative agent of which is *Yersinia pestis*.*

¹⁷Науковий керівник: Мазур О.В., асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища.

Key words: *BWC, IHR, biosafety, biosecurity, plague, new infections.*

Introduction. The main reservoir of plague are rodents (gerbils, marmots, marmots) living in Central Asia, Africa, North and West America as well as Central and Eastern Europe.

The transmission routes of the infectious disease are different: animals and humans become infected via the vector (flea bite), humans have the advantage that they can become infected via the aerogenic route from a pneumonic plague patient, via the alimentary route – by eating poorly cooked meat from animals (camels, marmots) and via the contact route – by slaughtering infected animals. Humans are particularly susceptible to the plague pathogen; the contagion index of the disease is almost 100 %, the mortality rate is 50 % for bubonic plague and 95 to 100 % for pneumonic plague and the septic form.

The biosecurity situation is characterised by the increasing negative impact of biological agents on the population, the possibility of biological threats associated with the development of modern biotechnologies and the emergence of synthetic biology, the manifestations of bioterrorism and the lack of clear rules of conduct in the field of genetic engineering and the handling of dangerous biological agents.

The presence of a significant number of high-risk sites with depleted technical and technological resources, as well as natural centres of concentration of pathogenic microorganisms that cause particularly dangerous infectious diseases, increases the risk of emergencies and poses a real threat to the livelihoods of the population, further socio-economic development and national security of Ukraine.

Combating the negative impact of biological agents and biological threats is complicated by the imperfection of the relevant legislation, the lack of certified research methods and a system of standards in this area, etc.

Issues related to work with genetically modified organisms, state support for genetic engineering research and scientific and practical developments in the field of biological and genetic safety and mechanisms for the safe practical use of genetically modified organisms are not sufficiently regulated.

There is a lack of biosafety and bioterrorism prevention programmes, a national system to combat possible bioterrorism and automated and integrated databases with information on possible threats of biological and chemical origin.

Funding and logistical support for laboratories that work with pathogens of particularly dangerous infectious diseases and maintain collections of such pathogens is still inadequate. The level of staff training is declining, and the production, storage, distribution and destruction of biological agents violates epidemic control regulations and hygiene standards. The biosecurity industry is responsible for addressing the problems associated with biological, laboratory, food and other biohazards.

Presentation of the main material. In the history of mankind, plague pandemics have claimed many lives. One hundred million people died in the first pandemic, the «Plague of Justinian», twenty-five million in the second pandemic, the «Black Death» (1333-1369), and twelve million in the third pandemic in 1894.

At present, the epidemiological situation in the world with regard to particularly dangerous infections is due to newly emerging cases of plague. Despite the control of plague by the WHO, the well-developed health network in most countries and the availability of prevention and treatment programmes, the disease regularly occurs not only sporadically but also in epidemic cases. There are epidemically active natural outbreaks of the plague in more than 50 countries, with around 90% of human cases occurring on the African continent. Madagascar, the Democratic Republic of Congo and Peru are endemic countries in terms of plague occurrence. According to the WHO, 3248 cases of plague were recorded worldwide between 2010 and 2015, 584 of which were fatal [1]. There have been annual outbreaks of bubonic plague in Madagascar since 1980. In 2017, there were more than two thousand confirmed cases of plague in Madagascar, 82 of which were among medical staff. The mortality rate was around 3% (165 people). More people were affected during this period. An inhalation form of the disease was detected in more than 60 % of cases [1].

Plague still occurs in outbreaks in wild rodent populations in America, Africa and Asia. The disease can disappear during outbreaks and not reappear for a long period of time before re-emerging. An example of this behaviour is the re-emergence of plague in Madagascar in 1991, after it had been absent for more than 60 years. It is a generally accepted hypothesis that *Yersinia pestis* persists as a biological species when the main host, intermediate hosts or overwintering fleas are absent. Another hypothesis is that the plague pathogen is present in gerbils, but at a low frequency that is undetectable with existing plague surveillance methods. Alternative hypotheses for the persistence of plague suggest a survival of the bacteria in soil, in dead or living hosts during a phase of lower virulence of the microbes. Finally, a possible mechanism for the persistence of *Yersinia pestis* is the survival of the pathogen during interepizootic periods in small subregions with favourable conditions for persistence, in so-called hotspots or micro-plague outbreaks [2, 3, 4].

The epidemic situation according to the latter hypothesis was observed in Tobruk, Libya, in 2009 (13 cases). The plague reappeared after 25 years of absence of the disease in this area. In the same study, strains isolated during the 2003 plague epidemic in Algeria were analysed 50 years later (5 cases) to determine the epidemiological link between the two events. The result of the genetic study showed that the plague epidemics in Algeria and Libya occurred independently of each other, although they took place in neighbouring areas. The reason for the sudden resurgence of plague cases in the Tobruk region 25 years after the last recorded case was the climatic conditions. The epidemic was preceded by a particularly wet winter, which favoured the proliferation of fleas, and high grain yields led to a proliferation of rodents, confirming the influence of global warming on the epidemic process of infectious diseases [5].

In the countries around the Mediterranean, cases of plague are reappearing after decades: in Saudi Arabia in 1994 after 40 years [4], in Jordan in 1997 after 70 years [5] and in India, where there has been a major outbreak of pneumonic plague since 1994, 30 years ago [5].

Even in the United States, an economically developed country with a good public health and infectious disease control system, an average of 7 human cases of plague are reported annually (1-17 cases per year, 0-2 deaths), according to the WHO, as natural outbreaks of plague occur in Colorado, New Mexico, Arizona and California. In 2014, there were 4 cases of plague in the state of Colorado, the source of which was domestic dogs. Fleas are the specific vectors of the pathogen, and domestic animals (dogs, cats) are intermediate hosts and transmitters of the disease to humans after being infected by wild animals (prairie dogs or rabbits), which were the initial "hosts" for the infected fleas. The presence of natural outbreaks and rodents as a source of the plague pathogen poses a potential risk for humans to become infected and sick with this dangerous infectious disease [3].

Plague as a particularly dangerous quarantine infection, which is a global problem, is also important for Kazakhstan, where there are very active natural outbreaks of plague. There are 6 natural and 17 autonomous outbreaks of plague on the territory of Kazakhstan, within which more than 90 landscape epizootiological areas have been identified. According to the data from the analysis of the long-term dynamics of epizootic events in 2003-2004 and 2010-2011, there was an increase in epizootic activity in the autonomous foci of natural plague outbreaks in the Central Asian desert and a subsequent decrease in activity in 2012-2013.

In the world history of warfare, the use of the plague bacterium as a biological weapon is documented in 1346, when the Tartar army catapulted the corpses of plague victims into the city of Kaffa during military attacks, and the use of the smallpox virus in the war between France and India in 1763. During the Second World War, the Japanese military dropped plague-infected fleas in the Chinese city of Ninho [5].

A sustainable legal framework is needed to improve biosafety measures. In 1972, the international community adopted the Biological and Toxin Weapons Convention (BTWC), which is a key element in efforts to prevent the proliferation of weapons of mass destruction. The most important provision of the BWC is the ban on the development and use of biological and toxin weapons. Based on the Convention, national biosafety and biocontainment regulations have been adopted in European countries, e.g. provisions on occupational health and safety, workplace safety and the protection of workers handling biological agents. In Asian countries, particularly in Kazakhstan, Moldova and Macedonia, BWC guidelines regulate. However, these legal documents mainly relate to genetically modified organisms (GMOs) and GMO products. There is a need for global harmonisation of national regulations on biosafety and biosecurity [1].

The BTWC as well as the International Health Regulations (IHR 2005) and UN Security Council Resolution 1540 (UNSCR 2004) are international instruments for biosafety and biosecurity worldwide. The IHR are designed to prevent the spread of disease, but also to protect populations from public health emergencies, including endemic diseases, natural outbreaks, pandemics, accidents involving the release of biological agents, bioterrorist attacks and biological warfare [4,5].

Biosafety in the field of global health is associated with many limitations. With the trend towards industrialisation and urbanisation of the global community and the

development of new technologies, questions arise about the potential harm of technologies and their products. There are problems related to artificially created microorganisms that cause diseases in humans (plants and animals) and harm humans and the environment. Synthetic biology is an example of a dual-use technology and can bring both benefits and harms to humans and society [5]. Biosafety and biosecurity measures should not only ensure protection against bioterrorism, but also assess the interrelationship between all aspects of planetary security, including agricultural biosecurity, human, animal and plant health and safety, the threat of infectious disease pandemics, and the threat of global warming and natural disasters. Global public health biosecurity can be achieved through effective co-operation between countries through effective training and sustainable partnerships. The history of infectious diseases has shown that new challenges arise from new and re-emerging diseases.

They affect not only human and animal health, but also the resilience of national economies. Global health biosecurity can address these challenges by utilising knowledge from the past and evaluating current research [6]. What was once considered two separate domains – public health and national security – is now merging into a common biosecurity problem that encompasses natural incidents, accidental outbreaks and the deliberate use of infectious agents [6].

One area where biosecurity measures can be improved is in the training of professionals involved in pathogen surveillance. Training and research programmes are being conducted to prevent and control the threats and risks posed by biological agents and biological weapons. As part of the international training programme "Global-Partnership-Initiated-Biosecurity-Academy for Controlling Health Threats", cadets from Europe, Africa and Central Asia dealt with the control of infectious diseases and the handling of biological threats and investigated epidemics using case studies based on a real outbreak of a particularly dangerous infection. A study from a partnership project between Madagascar and Germany investigated cases of infectious diseases among healthcare workers during the 2017 pneumonic plague outbreak [6]. They examined not only the serological status of the infected healthcare workers, but also biosecurity issues according to three criteria – knowledge, attitude and practice. Overall, the transmission routes and infection pathways of pneumonic plague in healthcare workers remain a complex and under-researched topic [5].

Creation of a list of state regulations and normative documents on the application of these standards in the practice of diagnostic and research laboratories in Ukraine. In the current conditions, it is urgent to develop a regulation on the network of national reference laboratories for particularly dangerous animal diseases, based on scientific institutions with appropriate competence, with appropriate amendments to the Law of Ukraine «On Veterinary Medicine», and to establish an expert group on biorisk assessment and biosafety management systems in diagnostic and research institutions. In parallel with the development of this regulatory framework, it is necessary to create a certain new format for biosafety control and biorisk management in veterinary diagnostic and research institutions. To this end, biosafety committees should be established on the basis of the organisations and units responsible for control and diagnostic activities [6].

Committees at organisational level and biosafety groups at laboratory unit level.

Conclusion. High-risk infections continue to pose a threat to public health and national economies. Infections know no borders, and in order to prevent epidemics, outbreaks and pandemics of high-risk infections that occur naturally and deliberately, the investigation of suspected cases of high-risk infections in humans and animals, laboratory work with high-risk pathogens and field investigations of natural outbreaks must comply with international regulations banning the production and use of biological weapons and national biosafety and biosecurity regulations.

When investigating suspected cases of highly dangerous infections in humans and animals, when working with particularly dangerous pathogens in the laboratory and when investigating natural outbreaks in the field. It is necessary not only to introduce modern technological means such as laboratory equipment, personal protective equipment and disinfectants, but also to train medical and laboratory staff, the epidemiological service and veterinary control staff in the proper control of particularly dangerous infections.

References

1. Andreychyn M.A., Kopcha V.S. Epidemiology: Textbook. Ternopil: Ukrmedkniga, 2000. P. 382.
2. Kochin IV, Chernyakov GO, Sydorenko PI. Scientific basis of disaster epidemiology: *Study guide*. Volume 1. Zaporizhzhia: Polygraph, 2004. P. 284.
3. Bozhko VG, Voloshyn VO, Volyansky PB Organisation of medical care for the population of Ukraine in natural and man-made disasters. Kyiv, 1998. P. 149.
4. Yatsyna GS, Mostovych AA Sanitary and hygienic and anti-epidemic measures in emergencies. Kharkiv. 2009. P. 136.
5. Zaporozhan V. N. Bioethics and biosafety, national textbook / V. N. Zaporozhan, N. L. Aryaev. 2013. Kyiv. 454 p.
6. Biosafety Manual. URL:<https://www.mta.ca/uploadedFiles/Community//> (дата звернення 15.03 2024 р.).

Тетяна КОШЛАЙ¹⁸,
магістр1-го року навчання,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ РІЧКИ СІЛЬНИЦЯ У ТУЛЬЧИНСЬКОМУ РАЙОНІ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

***Анотація.** У статті розглянуто основні питання екологічної оцінки стану річки Сільниця Тульчинського району Вінницької області, а саме: значення річки, гідрометрична та гідрологічна характеристика, її господарське використання, основні джерела забруднень, сучасний екологічний стан річки та природоохоронні заходи, що застосовуються і ті, які необхідно впроваджувати.*

***Ключові слова:** гідрометрична та гідрологічна характеристика, господарське використання, основні джерела забруднень, екологічний стан річки Сільниця.*

***Anotation.** The article deals with the main issues of the ecological assessment of the Silnytsia River of the Tulchyna District of the Vinnytsia Region, namely: the importance of the river, its hydrometric and hydrological characteristics, its economic use, the main sources of pollution, the current ecological state of the river and environmental protection measures that are used and those that need to be implemented.*

***Key words:** hydrometric and hydrological characteristics, economic use, main sources of pollution, ecological condition of the Silnytsia River.*

***Вступ.** Відповідно до статті 79 Водного кодексу України «Класифікація річок України», залежно від водозбірної площі басейну, річки поділяються на великі, середні та малі. До малих належать річки водозбірною площею до 2 тис. км². Саме такою є річка Сільниця [1].*

***Виклад основного матеріалу.** Річка Сільниця належить до басейну р. Південний Буг і є її правою притокою першого порядку. Басейн р. Сільниця розташований в лісостеповій зоні центральної частини Волино-Подільської височини на території Тульчинського і Гайсинського районів Вінницької області. Довжина річки – 67 км, площа водозбору – 837 км², залісненість – 17,8%, заболоченість – 0,75%, розораність – 62,0% (рис.1-2).*

Живлення річки змішане, переважає снігове. Річний хід рівня води характеризується високою весняною повінню, низькою літньо-осінньою меженню, яка іноді порушується дощовими паводками, стійкою зимовою меженню.

¹⁸Науковий керівник: Ткачук О.П., доктор сільськогосподарських наук, доцент.

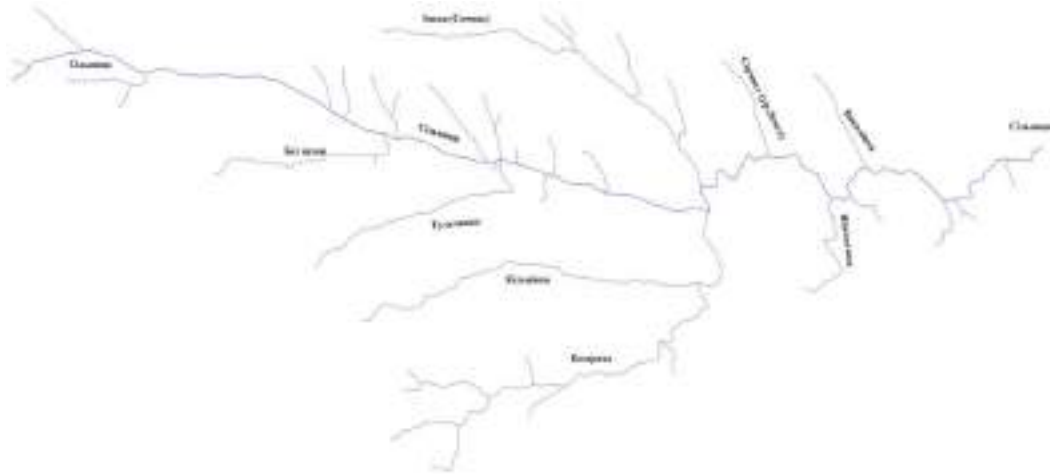


Рис. 1. Карта-схема річки Сільниця та її основних приток

Сільниця бере початок поблизу с. Левківці Тульчинського району і впадає в Південний Буг в 4 км нижче греблі Ладизинського водосховища. Річка має 8 приток більше 5 км (табл.1).

Таблиця 1

Притоки р. Сільниця та її основні параметри

Назва річки, назва населених пунктів, через які або поблизу яких протікає	Куди впадає, з якого берега	Відстань від гирла головної річки до місця впадіння, км	Довжина, км	Площа басейну, км ²	В тому числі в межах області	
					Довжина, км	Площа басейну, км ²
1. Без назви с.Шура-Копіївська, с.Гуральня,с.Зарічне	Сільниця, пр.пр.	45	10	43,4	10	43,4
2. Тулечинка с.Журавлівка, с.Мазурівка, м.Тулечин, с.Кинашів	Сільниця, пр.пр.	35	18	52	18	52
3. Кільцівка (Кільтява) с. Суворівське, с. Ганнопіль, с. Федьківка, с. Клебань	Сільниця, пр.пр.	26	25	240	25	240
4. Козариха с. Тиманівка, с. Дранка, смт Кирнасівка, с. Маркове	Кільцівка, пр.пр.	4	23	140	23	140
5. Іцька (Самець) с. Тарасівка, с. Кришенці,с. Холодівка, с. Клебань	Сільниця, лв.пр.	25	18	103	18	103
6. Сірчист (ур.Довге) с. Михайлівка	Сільниця, лв.пр.	20	5	16	5	16
7. Шамотина с. Богданівка	Сільниця, пр.пр.	15	10	47,1	10	47,1
8. Василівка с. Василівка	Сільниця, лв.пр.	12	7	14,9	7	14,9

Початок весняної повені звичайно фіксується у кінці лютого. В окремі роки строки початку повені коливаються в ширших межах (січень-початок квітня). Пік повені проходить приблизно через три тижні після початку повені

та спостерігається звичайно у кінці другої – початку третьої декади березня. Закінчується повінь в кінці квітня [2].

Після остаточного спаду рівнів починається період стійкої межені, який переривається підняттям рівнів під час проходжень літньо-осінніх зливових паводків. Спостерігаються також зимові паводки, що є наслідком сніготанення та скресу річок під час зимових відлиг. Підняття рівнів у період літніх паводків в окремі роки перевищують підняття рівнів у період весняної повені. Зимовий режим характеризується відносно стійким та тривалим льодоставом. У теплі зими льодостав нестійкий [3].

Норма стоку р. Сільниця складає 52,7 млн.м³.Річка зарегульована помірно. Коефіцієнт зарегульованості $K_3=0,35$. Загальна кількість ставків і водосховищ приблизно 115шт. А їх сумарний об'єм 18,5 млн. м³[4].

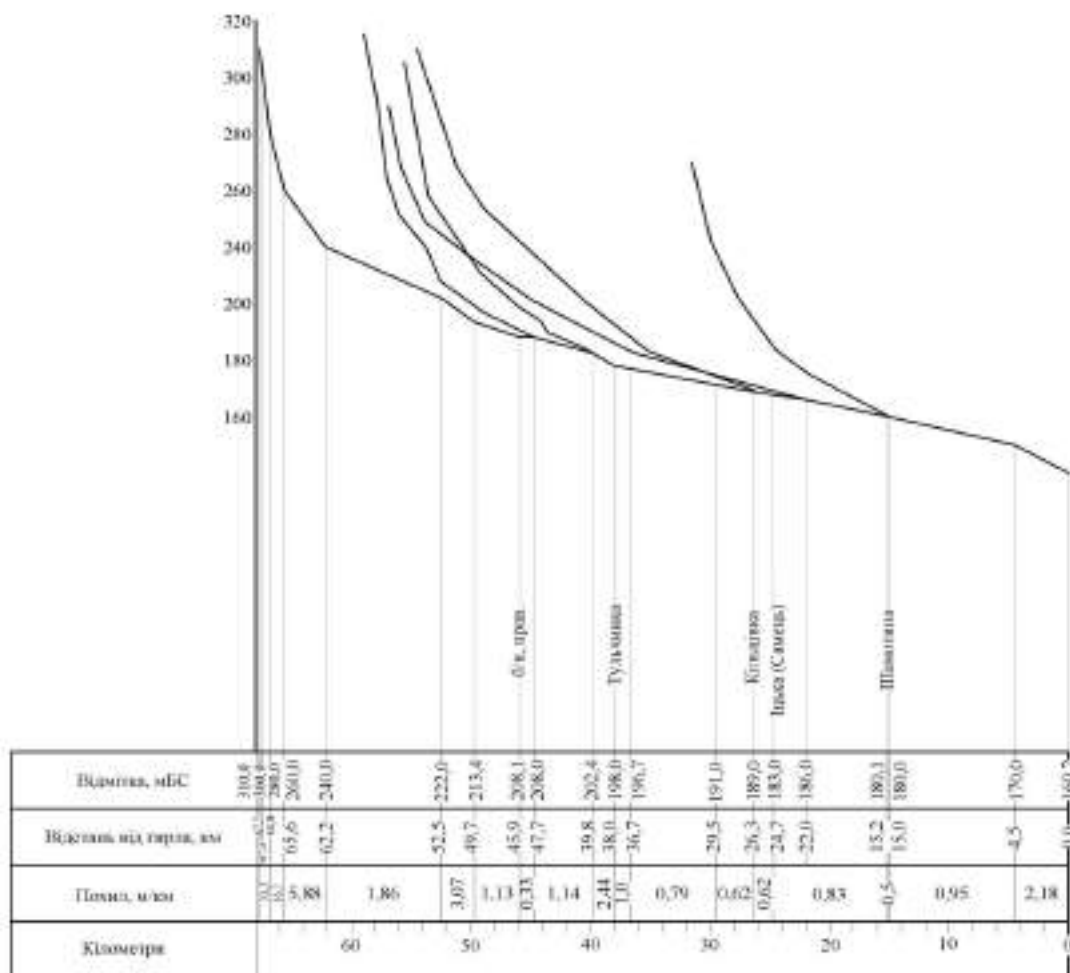


Рис.2 Поздовжній профіль р. Сільниця та її основних приток

Освоєність басейну річки висока. В його межах розташовано 28 населених пунктів, які відносяться до Тульчинського і Гайсинського району Вінницької області. На території басейну проживає приблизно 80 тис.чоловік.

В межах Тульчинської і Ладжинської ТГ в районі басейну річки Сільниця знаходиться три водосховища (Кирнасівське, Клебанське, Кинашівське),трималих ГЕС (Гутянська, Білоусівська та Лукашівська) та одна мікро ГЕС (Клебанська) (табл. 2-3).

Найбільшими промисловими підприємствами, відповідно до відкритих даних, які здійснюють забір води з поверхневих джерел річки Сільниця є ДП «Укрветсанзавод», ТОВ «СХК «Вінницька промислова група», ПРАТ «Зернопродукт МХП», ТОВ «Богданівське».

Крім того, одними з найбільших водокористувачів на річці є ДСРП «Тульчинський рибцех» ПРАТ «СП«Вінницярибгосп», метою якого є риборозведення. Водні об'єкти господарства знаходяться в населених пунктах Зарічне, Тульчин, та займають площу більше 200 га [5].

Таблиця 2

Водосховища та їх характеристика

Назва водосховища, місце розташування греблі	Назва річки, тип водосховища	Площа водного дзеркала, га	Повний об'єм, млн.м ³	Призначення водосховища	Вид використання водосховища
1. Кинашівське, с. Кинашів	Сільниця, руслове	96,0	1,4	зрошення, рекреація	водний об'єкт
2. Клебаньське, с. Клебань	Сільниця, руслове	82,8	1,3	протиерозійне, риборозведення	водний об'єкт
3. Кирнасівське, с. Федьківка	Козариха, руслове	60,4	1,0	риборозведення, рекреація	водний об'єкт

Таблиця 3

МГЕС та їх характеристика

Найменування ГЕС	Річка, відстань від гирла	Потужність, кВт	Розташування	Побудовано/введено в експлуатацію
1.Гутянська ГЕС	Сільниця, 17 км	55	с. Гути, Тульчинська ТГ Вінницька область	1955р./2011р.
2.Білоусівська ГЕС	Сільниця, 13 км	165	с. Білоусівка, Тульчинська ТГ Вінницька область	1950р./2010р.
3. Лукашівська ГЕС	Сільниця, 6 км	75	с. Лукашівка, Ладжинська ТГ Вінницька область	недіюча

Потенційно небезпечними об'єктами, для яких існують ризики аварійного забруднення, виступають ВП «Ладжинська ТЕС» АТ «ДТЕК Західенерго», КП «Тульчинводоканал», ТОВ «Вінницька Птахофабрика».

Діагностичний моніторинг поверхневих вод р. Сільниця проводиться лабораторією Західного регіону для оцінки ризиків тенденції змін концентрації забруднюючих речовин на посту спостереження в м. Тульчин. Відбір проб проводиться в місці скиду Комунального підприємства «Тульчинводоканал», який є основним забруднювачем поверхневих вод р. Сільниця. В таблиці наведені показники за якими ведеться спостереження (табл.4-5):

Для покращення екологічного стану р. Сільниця повинні виконуватись наступні заходи:

- 1) встановлення оптимального співвідношення польових, лугових та лісових угідь в басейні річки;
- 2) будівництво протиерозійних, берегоукріплювальних споруд;
- 3) ліквідація малих ставків, які втратили господарське значення, або в зв'язку зі зміною клімату, на сьогоднішній день, обезводнені;
- 4) реконструкція існуючих гідротехнічних споруд на ставках, проведення очистки від мулових наносів;
- 5) переобладнання та модернізація систем водоочистки, водопостачання та водовідведення основних підприємств-забруднювачів річки;

Таблиця 4

Гідрохімічні показники (2023 рік)

Показник	Алюміній, мг/дм ³	Мідь, мг/дм ³	Нікель, мкг/дм ³	Хром, мг/дм ³	Цинк, мг/дм ³	Водневий показник, од.рН	Жорсткість, мг-екв/дм ³	Кисень розчинений, мгО ₂ /дм ³	Температура, град. С
18.01.2023	0,000	0,000	0,003	0,002	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000
15.02.2023	0,000	0,000	0,000	0,003	0,012	8,000	0,000	4,300	2,000
08.03.2023	0,000	0,003	0,000	0,003	0,040	8,330	0,000	9,600	1,000
12.04.2023	0,000	0,000	0,000	0,000	0,029	8,500	0,000	7,700	4,000
11.05.2023	0,017	0,000	7,000	0,009	0,158	8,430	0,000	6,800	10,000
07.06.2023	0,014	0,000	0,000	0,000	0,009	8,400	0,000	7,100	13,000
05.07.2023	0,059	0,000	0,000	0,004	0,020	8,490	0,000	7,100	22,000
09.08.2023	0,019	0,004	0,000	0,018	0,024	9,060	0,000	4,900	24,000
06.09.2023	0,000	0,000	0,000	0,016	0,021	8,400	0,000	6,500	24,000
03.10.2023	0,000	0,000	0,000	0,000	0,018	6,860	6,600	4,600	22,000
21.11.2023	0,019	0,003	0,000	0,002	0,012	7,800	5,000	4,900	16,000
12.12.2023	0,008	0,000	0,000	0,004	0,005	8,070	3,500	4,900	1,000
MAX	0,059	0,004	7,000	0,018	0,158	8,100	8,400	13,040	1,000
MIN	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	9,060	8,400	13,040	24,000

Таблиця 5

Гідрохімічні показники (2022 рік)

Показник	Нікель, мкг/дм ³	Свинець, мкг/дм ³	Хром, мкг/дм ³	Цинк, мкг/дм ³	Водневий показник, од.рН	Кисень розчинений, мгО ₂ /дм ³	Температура, град. С	Дихлорметан (хлористий метилен), мкг/дм ³	Бензол, мкг/дм ³
12.04.2022	4,500	0,000	0,000	10,000	7,790	4,300	4,000	0,000	0,000
17.05.2022	3,230	0,000	0,000	12,000	8,380	2,500	20,000	0,410	0,051
22.06.2022	6,500	0,000	3,000	51,000	8,660	2,580	19,000	3,710	0,360
06.07.2022	0,000	0,000	0,000	85,000	8,430	5,500	30,000	0,000	0,000
02.08.2022	0,000	0,000	2,000	49,000	8,030	5,900	22,000	0,000	0,000
04.10.2022	8,000	11,000	3,000	60,000	7,640	4,300	10,000	0,000	0,000
02.11.2022	0,000	0,000	0,000	24,000	8,300	7,300	5,000	0,000	0,000
07.12.2022	2,500	0,000	3,000	41,000	8,350	7,700	0,000	0,690	0,090
MAX	8,0000	11,0000	3,0000	85,0000	8,6600	7,7000	30,0000	3,7100	0,3600
MIN	0,0000	0,0000	0,0000	10,0000	7,6400	2,5000	0,0000	0,0000	0,0000

- б) впровадження маловодних та безводних технологій;
- 7) впорядкування водоохоронних і прибережних захисних смуг.

Висновки. Виконання намічених заходів дозволить знизити антропогенне навантаження в басейні, приведе до нормального використання водних і земельних ресурсів, створить умови для екологічного благополуччя, життя та відпочинку населення в басейні.

Список використаної літератури

1. Водний кодекс України від 06.06.1995 № 213/95-ВР.
2. Український головний орендний проектно-дослідницький та науково-дослідний інститут «УКРВОДПРОЕКТ»: Паспорт річки Сільниця, Вінниця, 1992 р.
3. Гавриков Ю.С. Реєстр річок Вінницької області. Вінниця: Басейнове управління водних ресурсів річки Південний Буг, 2018-28с.
4. Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів URL: <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index> (дата звернення 13.03.2024)

Інна ДЕМ'ЯНОВА¹⁹,
студентка 1 курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВИРОЩЕННЯ МІКРОЗЕЛЕНІ В ДОМАШНІХ УМОВАХ

Анотація. Ця стаття присвячена вирощуванню мікрозелені в домашніх умовах та її застосуванню. Метою дослідження є вивчення мікрозелені, її застосування та користі для людського організму. Мікрогрін – це перша стадія росту рослини, коли вона вже має листочки. Паростки їдять уже за кілька днів після посадки, коли з'являються перші пагони. Як правило, для пророщування насіння світло не потрібне. В статті детально описано різні способи вирощення мікрогрину, його користь для людини та застосування в їжу. Результатами дослідження встановлено, що мікрозелень може стати альтернативою свіжим овочам взимку, за рахунок корисних речовин в її складі. Це, наприклад, хлорофіл, каротиноїди, мікроелементи, органічні кислоти. До того ж, мікрогрін надзвичайно легко та швидко виростити вдома, маючи лише насіння, наповнювач, контейнер і воду. Технологія вирощування настільки проста, що практично будь-яка людина зможе з цим впоратися вдома.

Ключові слова: мікрозелень, технологія вирощування мікрозеленні, застосування.

¹⁹Науковий керівник: Яковець Л.А., канд. с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин.

Annotation. *This article addresses the cultivation of microgreens at home and their application. The purpose of the research is to study microgreens, their use and benefits for the human body. Microgreen is the first stage of plant growth, when first leaves appear. Sprouts are eaten a few days after planting, when the first shoots appear. As a rule, light is not required for seed germination. The article describes various methods of growing microgreens, their benefits for humans, and their use in food. The results of the study established that microgreens can become an alternative to fresh vegetables in winter due to the useful substances in its composition. These are, for example, chlorophyll, carotenoids, trace elements, organic acids. In addition, microgreens are extremely easy and quick to grow at home, with only seeds, filler, containers and water. The growing technology is so simple that almost anyone can handle it at home.*

Key words: *microgreens, technology of growing microgreens, application.*

Вступ. Мікрозелень – це маленькі проростки різних культур. За віком вони не перевищують двох тижнів, а в висоту ці рослини виростають до 10 сантиметрів.

Хоча така зелень росте лише декілька тижнів, за цей термін вона максимально набирається корисних для людини речовин.

Якщо говорити про те, яку користь приносить людині мікрозелень, варто звернути увагу на активні речовини в її складі: хлорофіл, каротиноїди, ефірні масла, мікроелементи, вітаміни, органічні кислоти.

Це лише частина корисних речовин, які може отримати людина при вживанні мікрогрину, особливо взимку, коли свіжих овочів та фруктів в раціоні недостатньо для організму, а вітаміни потрібні [1].

Мета. Вивчення процесу вирощення мікрозелені різними способами, оцінка впливу різних факторів, таких як освітлення, температура, вологість на ріст та розвиток зелені, вивчення корисних речовин в складі мікрогрину для здоров'я, розробка рекомендацій для швидкого вирощення в домашніх умовах.

Виклад основного матеріалу. Мікрозелень – це маленькі проростки різних культур. За віком вони не перевищують двох тижнів, а в висоту ці рослини виростають до 10 сантиметрів. Хоча така зелень росте лише декілька тижнів, за цей термін вона максимально набирається корисних для людини речовин.

Якщо говорити про те, яку користь приносить людині мікрозелень, варто звернути увагу на активні речовини в її складі:

- хлорофіл;
- каротиноїди;
- уфірні масла;
- мікроелементи;
- вітаміни;
- органічні кислоти;

Це лише частина корисних речовин, які може отримати людина при вживанні мікрогрину, особливо взимку, коли свіжих овочів та фруктів в раціоні недостатньо для організму, а вітаміни потрібні [2].

Загалом є декілька способів, в чому краще вирощувати мікрогрін:

- у ґрунті;
- у скляній банці;
- на серветках;
- на папері;
- на ваті або марлі.

Перед початком процесу вирощування потрібно мати такі речі: контейнер, насіння рослин, наповнювач, вода. Від типу насіння залежать тонкощі вирощування одного чи іншого сорту зелені, обраного вами.

Існує безлічі видів мікрогрину, але варто зупинитися на тих, які найкраще підходять для організму людини і знайомі нам для вживання в їжу. Таких видів зелені є 5:

1. Буряк, шпинат, амарант – цим рослинам необхідна земля, тому найкращим рішенням буде вирощувати насіння у ґрунті;

2. Рукола, салат, редька, редис, капуста червонокачанна і броколі, гірчиця - для їх вирощування буде достатньо навіть звичайної вологої серветки;

3. Горох, квасоля, нут, сочевиця – краще вирощувати у воді і при цьому регулярно її змінювати, щоб запобігти появі цвілі;

4. Ріпчаста цибуля, порей – таке насіння потрібно вирощувати густо, в глибокій ємності (до 2 см).

5. Пшениця, ячмінь, овес, кукурудза, рис – насіння, яке перед вирощуванням бажано замочити у воді на ніч, щоб воно швидше проросло

Під час процесу вирощування зелені важливо не забувати підтримувати вологість. Якщо у контейнері буде недостатньо води, то і паростки, і насіння з якого вони ще не проклюнулись можуть загинути [3].

Найпростіший та найзручніший варіант вирощення мікрогрину – це посадка насіння в землю (рис. 1). Для цього потрібно:

- неглибокий контейнер з отворами на дні;
- кришка;
- ємність з розпилувачем для зволоження ґрунту;
- насіння;
- ґрунт;
- вода.



Рис 1. Мікрогрін в ґрунті

Розподіляємо в контейнері ґрунт висотою в 2-3 сантиметри. Висаджуємо насіння рівномірно по поверхні. Поливаємо ґрунт водою, накриваємо лоток кришкою і прибираємо в тепле місце. Кожні 3-5 днів поливаємо ґрунт, і декілька разів на день відкриваємо кришку, щоб провітрити саджанці. Як тільки з'являються перші паростки, прибираємо кришку і ставимо лоток на підвіконня.

Для того, щоб отримати їстівні паростки, можна взяти насіння злаків та овочевих культур, які ми вживаємо в їжу. Вони діляться на 5 сімейств:

1. Мареві: буряк, шпинат, амарант. Для цих культур оптимально проводити посів у ґрунт. Якщо землі для ємності глибиною 2 см у вас замало, то можна замінити її субстратом.

2. Хрестоцвіті: рукола, салат, редька, редис, капуста червонокачанна і броколі, гірчиця – таке насіння має тонку оболонку, завдяки чому швидко проростає. Тому його можна вирощувати на звичайній серветці, але важливо підтримувати її вологою.

3. Бобові: горох, квасоля, нут, сочевиця – таке насіння може скиснути при будь-якому способі вирощування, через щільну оболонку на ньому може з'явитись цвіль. Тому найкращим рішенням буде вирощувати таку зелень у воді, при цьому слідкуючи, щоб вона не застоювалась.

4. Цибульні: цибуля, порей – це насіння без проблем проросте у ґрунті, навіть, якщо посадити його густо, на відстані приблизно 1 мм один від одного, у ємності глибиною 2 см.

5. Зернові: пшениця, ячмінь, овес, кукурудза, рис – щоб отримати хороший схід такого насіння, варто перед висаджуванням замочити його на 6-12 годин. Це зробить проростання швидшим.

Якщо вирощення зелені в ґрунті здається вам складним, можна посадити мікрозелень в іншому наповнювачі.

В банці (рис. 2). Цей варіант найпростіший, для отримання корисних проростків. Для такого способу вирощення знадобиться лише літрова банка, насіння та кришка, в якій попередньо потрібно зробити дірочки. Процес вирощення зелені в банці, освоїть навіть початківець.



Рис. 2. Мікрогрін в банці



Рис. 3. Мікрогрін на папері

1. Поміщаємо в банку насіння та заливаємо водою на ніч;
2. Вранці зливаємо воду та промиваємо насіння, доки вода не стане прозорою;
3. Зливаємо всю рідину, закриваємо банку кришкою і перевертаємо догори дном;
4. Ставимо банку в тепле місце;
5. Щоранку промиваємо насіння, для того, щоб воно не пріло;
6. Коли зелень буде висотою 3-4 см – мікрогрін буде готовий до вживання.

На папері (рис. 3). Такий варіант вирощування нічим не гірший від попередніх, а плюсом є те, що немає бруду і рідко утворюється цвіль.

1. Беремо неглибоку ємність із перфорацією на дні;
2. Дно ємності застилаємо папером;
3. Добре зволожуємо папір із розпилювача;
4. Розподіляємо насіння по поверхні рівним шаром;
5. Накриваємо ємність плівкою та ставимо у тепле місце;
6. Щоранку знімаємо плівку на 30 хв, щоб провітрити;
7. Як тільки з'являються паростки, контейнер переміщуємо на підвіконня, щоб зелень отримала достатньо світла.

На агроковрику (рис. 4). магазини для садівників пропонують готові килимки з льону для вирощування зелені з насіння. Процес пророщування на них дуже простий. Для цього способу потрібно взяти неглибоку ємність з дірочками на дні, лляний килимок, відстояна вода кімнатної температури та насіння.



Рис. 4. Мікрогрін на агроковрику

Посадка на лляний агро матеріал:

1. Агроковрик замочуємо у теплій воді на 5-7 хвилин, після чого викладаємо у ємність.
2. Висіюємо насіння
3. Розміщуємо контейнер у теплому місці
4. Після прокльовування паростків та появи корінців контейнери переміщуємо на підвіконня, ближче до світла.
5. Під ємності ставимо піддони з водою так, щоб коріння діставало до вологи.

Перевагами такого способу є відсутність бруду, хороша циркуляція повітря, за рахунок чого зерна не пріють, але основа для вирощування коштує недешево [4, 5].

Висновки. Отже, мікрогрін надзвичайно легко виростити вдома, з цим впорається навіть початківець. Завдяки великому вибору насіння можна виростити майже будь-яку культуру. При вживанні мікрозелені в їжу організм отримує безліч корисних елементів, тому це може стати альтернативою свіжим овочам взимку.

Список використаної літератури

1. Шевчук О.А. Ботаніка. Морфологія рослин. Вінниця. 2019. 164 с.
2. Григора І.М., Соломаха В.А. Рослинність України (еколого-ценотичний, флористичний нарис). К.: 2018. 452 с.
3. Світельський М.М., Іщук О.В., Федючка М.І. та ін. Ботаніка з основами екології : навчальний посібник. Херсон ОЛДІ ПЛЮС, 2019 р. 376 с.
4. Якубенко Б.Є., Якубенко І.М., Алейніков С.І., Шабарова С.П., Машковська Б.Є. Ботаніка. Підручник. Київ : Видавництво Ліра-К, 2018. 436 с.
5. Інструкція як виростити мікрозелень в домашніх умовах. 2020. URL: <https://megavita.com.ua/how-to-grow-microgreens-at-home> (дата звернення 19.03.2024).

Катерина КРИМЕЦЬ²⁰,
студентка 2 курсу,
факультета агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

СЕЛЕКЦІЯ І ВИРОЩУВАННЯ ЧАЙНО-ГІБРИДНИХ ТРОЯНД

Анотація. У статті розглядаються особливості розведення троянд. Селекція та вирощування чайно-гібридних троянд вимагають не лише уважності, знань та старанності, але й ретельного вивчення потреб конкретних сортів. В статті подання інформація про різні чайно-гібридні сорти та їхні особливості, що допоможе визначити найбільш підходящі для

²⁰Науковий керівник: Малик В.М., викладач кафедри української та іноземних мов ВНАУ.

вирощування у відповідних умовах. Також потрібно звертати увагу на необхідність стежити за здоров'ям рослин та вчасно реагувати на будь-які зміни у їхньому стані, що сприяє забезпеченню успішного вирощування. З правильним доглядом та відданістю, чайно-гібридні троянди можуть радувати ваш сад своєю красою та ароматом протягом багатьох років, створюючи неперевершену атмосферу в будь-якому садовому ландшафті.

Ключові слова: чайно-гібридні троянди, види хвороб, боротьба з хворобами.

Anotation. *The article discusses the peculiarities of rose breeding. Selection and cultivation of hybrid tea roses require not only attention, knowledge and diligence, but also a careful study of the needs of specific varieties. The article provides information on various hybrid tea varieties and their characteristics, which will help determine the most suitable for cultivation in the appropriate conditions. It is also necessary to pay attention to the need to monitor the health of plants and respond in time to any changes in their condition, which contributes to ensuring successful cultivation. With the right care and dedication, hybrid tea roses can delight your garden with their beauty and fragrance for many years, creating an unrivaled atmosphere in any garden landscape.*

Key words: *hybrid tea roses, types of diseases, disease control.*

Вступ. «Чайно-гібридні троянди» – це певна категорія троянд, яка виникла в результаті селекційної роботи з декількома видами троянд. Це не окремий вид чи сорт, а група гібридних троянд, яка виникла внаслідок складних схрещень між трояндами різних видів.

Для успішного розмноження троянд важливо правильно підібрати батьківський матеріал. У багатьох випадках троянди з бажиними ознаками не дають насіння або не здатні передати бажану ознаку. Цікаво, що саме рецесивні гени в деяких трояндах можуть розвивати ознаки, якими вони не володіють, і часто це стосується аромату.

Селекціонерам доводиться перебирати тисячі саджанців, які з'являються при кожному схрещуванні троянд, і швидко відбирати ті, які заслуговують на подальшу оцінку. Коли квітка розпускається вперше, селекціонеру доводиться дивитися на одну квітку на парі листочків на маленькій рослині, щоб прийняти рішення про подальшу роботу. Дуже важко знайти потрібну троянду серед саджанців, які зацвіли вперше. Однак селекція троянд була винайдена саме для цього, і якщо це вдається зробити, ми можемо отримати гарні кольори, рясне і стабільне цвітіння, іншими словами, новий сорт троянди.

Виклад основного матеріалу. Ці квіти вважаються одними з найпопулярніших та елегантних троянд у світі квітарства. Їхня історія почалася в середині 19-го століття, завдяки роботі видатного французького розодильника Жана-Батіста Гійберта.

У 1867 році, під час виставки в Парижі, гібридна троянда під назвою «*LaFrance*» була представлена публіці. Ця троянда була першою, яка поєднала

в собі естетичну красу старих сортів троянд з витонченими ароматами та стійкістю до хвороб, а саме таких:

1. *Rosa chinensis*: Була завезена в Європу з Китаю в середині XVIII століття і тому отримала таку назву. Це перша повторно квітуча троянда, що потрапила в Європу. Роза китайська листопадний чагарник, що досягає 2-6 м у висоту, широко використовується в декоративному садівництві і не зустрічається в дикій природі. Вона має характерний “чайний” ароматом і практично не мають шипів.

2. *Rosa gigantea*: Як випливає з назви, це найбільший вид троянд, що піднімається на висоту понад 20 м по кроні інших дерев за допомогою потужних гачкуватих шипів і має стовбурами до 50 см в діаметрі. Квітки білі, кремові або жовті, найбільші серед диких троянд 10-14 см в діаметрі.

3. *Rosamoschata*: Кущ заввишки до 2 метрів. Листки подовжені й сіро-зелені, складаються з п'яти-дев'яти листочків. Відома своєю солодко-ароматною природою та довгими гілками.

"*LaFrance*" стала першим справжнім чайно-гібридним сортом і відзначилася ніжними, рожево-лавандовими квітами та приємним ароматом. Цей новий вид троянд швидко завоював серця садівників та любителів квітів. Пізніше, відбулося безліч селекційних робіт, що призвели до появи різноманітних чайно-гібридних сортів, які зараз ростуть у садах та парках по всьому світу.

Ця історія свідчить про важливість роботи селекціонерів та їхній внесок у красу та різноманіття рослинного світу. Сьогодні чайно-гібридні троянди залишаються одними з найбажаніших і прекрасних квітів у сучасному квітковому оздобленні.

Завдяки м'якому клімату лише рідкісні сорти потребують допомоги з зимівлею. Однак чайно-гібридні троянди все ж вимогливі до вибору ділянки з точки зору складу ґрунту, удобрення, обрізки, освітлення / затінення і навіть циркуляції повітря. Іншими словами, немає нічого страшного, якщо ви посадите одну або дві гібридні троянди на приватній ділянці. Для посадки двох-трьох чайно-гібридних троянд потрібно дренажувати важкий глинистий або болотистий ґрунт, що не дуже важко зробити або внести добрив в піщаний або кам'янистий ґрунт.

Але якщо ви плануєте заробляти на продажі саджанців троянд або зрізаних квітів, все не так однозначно. Адже ви ж не хочете розчаруватися в цих прекрасних квітах і комерційних можливостях! Щоб стати успішним фермером троянд, вам потрібно вивчити такі агротехнічні прийоми: посадка, вирощування, розмноження, догляд, особливості гібридних сортів, своєчасна обрізка, тонкощі внесення добрив і способи боротьби зі шкідниками та хворобами.

Використання троянд та виведення нових сортів. Ефірні олії використовують у косметології, державній та приватній медицині і навіть у ворожінні. Завдяки своїй красі чайно-гібридні троянди вирощують не тільки в будинках, на дачах, в садах і на подвір'ях, але і в комерційних цілях в

промислових масштабах в теплицях і пластикових будиночках. У цих випадках фермери віддають перевагу гібридним чайно-гібридним трояндам, квіти яких придатні для зрізання, транспортування і продажу на ринках і в спеціалізованих магазинах.

Сьогодні існує велика кількість садівничих гібридів, виведених старим добрим способом, тобто селекційним розмноженням. Для виведення гібридних чайно-гібридних, кущових, ґрунтопокривних та інших видів троянд використовують два методи: хімічний мутагенез та радіаційний мутагенез. У 1867 році у Франції був виведений перший представник чайно-гібридних, що представляв благородну квітку. Цей сорт отримав назву «*La France*», а китайська чайна троянда «*Lemon Tang Tea*» стала «батьком» нової групи троянд. Зараз налічується понад 6 000 сортів троянд цієї групи, що відрізняються розміром бутонів, формою, кольором пелюсток і махровістю і т.д.

Багато вітчизняних сортів, таких як Ярославна, Аврора, Марія Ульянова, Убілар, Кримський рубін і гібридні сорти Весняний ранок і Ульяновська красуня, завжди користуються популярністю у селекціонерів і любителів троянд, оскільки їх квітки радують око. Чайно-гібридні троянди характеризуються не тільки квітами, але і відмінностями у висоті куща, формі, товщині і забарвленні листя, кількості квіток на черешку, махровості і формі бутону.

Правила посадки троянд. Посадка рослини – важливий етап у формуванні куща в приватному саду або ботанічному саду, і фахівці, які пройшли підготовку як фермери, впораються з ним без труднощів, але що ж робити початківцям-трояндоводам? Перш за все, пам'ятайте, що посадка куща троянди (як і будь-якої іншої рослини) вимагає унікального підходу: при весняній посадці місце щеплення засипається приблизно на 3 см, обрізка відбувається навесні, влітку і восени, причому весняна обрізка відіграє важливу роль у формуванні куща троянди. Осіння посадка означає, що обрізка переноситься на весну відразу після зняття укриття. При цьому на слабких пагонах слід залишати не більше двох добре сформованих бруньок, на сильних – дві-три бруньки, а пагони зазвичай вкорочують на 10-15 см.

Висаджуючи троянди в саду, слід враховувати, що всі кущові, штамбові і плетисті троянди віддають перевагу сонячному місцю розташування і будуть гинути в тіні або в півтіні, а також частіше уражатися хворобами і шкідниками. Такі троянди мають менші бутони і не так яскраво забарвлені, як ті, що розміщені в сонячних садах. У садових композиціях доречно поєднання чайно-гібридних троянд з іншими чагарниками. Гарно виглядають комбінації трояндових кущів і плетистих кульок.

Троянди не слід висаджувати густо. Залежно від сорту, розміщуйте від 4 до 8-10 кущів на квадратний метр. Кількість залежить від компактності куща і продуктивності сорту. Наприклад, гібридна чайна троянда *Peishen* компактна, але не дуже врожайна, тому фахівці рекомендують більшу щільність посадки – до 10 кущів на квадратний метр. Однак надмірне внесення добрив заборонено,

інакше кущі почнуть затінювати один одного, що негативно позначиться на врожайності.

У той же час, рідке і вільне розташування також не приносить користі. Лавіноподібні сорти кущисті і розлогі, але повинні бути врожайними і не більше чотирьох рослин на квадратний метр. За трояндами потрібно доглядати, адже при своєчасній боротьбі з хворобами і шкідниками сад стане ще пишнішим, а теплиця принесе дохід своєму власникові. Догляд за трояндами - це не тільки посадка, розпускання бруньок і своєчасний полив, а й боротьба з грибок та іншими хворобами і шкідниками.

Важливо правильно годувати чайно-гібридні троянди, забезпечуючи їхній зростанню необхідні поживні речовини. Використовуйте органічні добрива, які містять азот, фосфор і калій, щоб забезпечити здоровий ріст і розвиток рослин. Годівлю можна проводити весною та влітку згідно з інструкціями на упаковці добрив.

Чайно-гібридні троянди потребують регулярного поливу для забезпечення вологою та живильними речовинами. Важливо поливати рослини вранці або ввечері, коли сонце не так активне, щоб уникнути випарування води. Забезпечте рівномірне зволоження ґрунту, уникаючи пересихання або залишання ґрунту занадто мокрим. Мульчування навколо коренів рослин служить додатковою ізоляцією від втрати вологи та зберіганням родючості ґрунту.

Чайно-гібридні троянди можуть стикатися з різними хворобами, серед яких найпоширеніші включають:

1. Чорна пляма листя (*Black Spot*): Це грибова хвороба, яка спричиняє чорні плями на листях і може призвести до опадання листя. Щоб запобігти цій хворобі, розташовуйте рослини так, щоб забезпечити хорошу циркуляцію повітря та уникайте поливання рослин зверху.

2. Пудрова роса (*Powdery Mildew*): Ця грибова інфекція призводить до появи білого пухлинка на листі. Вона може розповсюджуватися в умовах вологості та низької вентиляції. Для запобігання, вибирайте сорти троянд, які відзначені своєю стійкістю до пудрової роси, та забезпечте відстань між рослинами для доброї циркуляції повітря.

3. Ржавчина (*Rust*): Це ще одна грибова хвороба, яка проявляється у вигляді оранжевих або коричневих плям на листі. Ростуть умови високої вологості. Щоб уникнути ржавчини, утримуйте листя сухим, забезпечте достатню вентиляцію та видаліть заражені листя відразу.

4. Борошниста роса (*Downy Mildew*): Ця хвороба спричиняє білі або сірі плями на листі. Вона може поширюватися в умовах вологості та прохолоди. Забезпечте гарний дренаж ґрунту та уникайте надмірного поливу, щоб запобігти цій хворобі.

5. Вірусні інфекції: Троянди також можуть бути заражені вірусами, які можуть призвести до викривлення листя та загального вигляду рослини. Зберігайте чистоту в саду, уникайте використання заражених рослин та належно доглядайте за ними.

Загалом, ключове запобігання полягає в гарному догляді за рослинами, забезпеченні гарної вентиляції та униканні надмірної вологості. Якщо хвороба вже присутня, можуть бути необхідні фунгіциди або інші препарати, які рекомендує фахівець з рослинництва.

Отже, вирощування чайно-гібридних троянд вимагає ретельного підходу в першу чергу до вивчення інформації про сорти.

Список найпопулярніших сортів чайно-гібридних троянд на даний момент:

1. *Rosa Carina*. Один з найстаріших і найцінніших сортів цієї групи. Має висоту 0,8-1 м і великі рожеві квіти. Пагін товстий і прямий з численними великими шипами. Листя темно-зелене, глянцево. Добре росте після обрізки і дає гарні, стійкі до погодних умов квіти. Цей сорт витривалий, але в суворі зими може підмерзати.

2. *Rosa Casanova*. Кущ 1-1,2 м заввишки. Квітки кремово-жовті, великі, 10-12 см в діаметрі, сильно запашні. Листя світло-зелене, шкірясте, злегка блискуче. Пагони прямі, зеленувато-коричневі, з невеликою кількістю шипів. Стійкість до хвороб і морозостійкість середня. Сорт цінується за привабливі квіти.

3. *Rosa Chopin*. Великий, сильнорослий кущ, 1,2-1,4 м заввишки. Квітки кремово-білі, дуже великі (12-15 см в діаметрі), слабо запашні. Листя великі, світло-зелені. Пагони дуже товсті, світло-зелені з великими шипами. Помірно морозостійкий та помірно стійкий до хвороб. Дуже декоративний сорт з великими квітками, обов'язковий для будь-якого саду.

4. *Rosa Double Delight*. Один з найпопулярніших сортів чайно-гібридної троянди, з двоколірними квітками. Компактний кущ, висотою 0,5-0,7 м. Пелюстки двоколірні, з білувато-кремовою серединою і вишнево-червоними кінчиками. Листя темно-зелене, шкірясте. Пагони прямостоячі, з колючками. Стійкий до хвороб і морозостійкий.

5. *Rosa Duft wolke*. Густий, компактний кущ висотою 0,5-0,7 м. Квітки коралово-червоні, великі, діаметром 12-14 см; цей сорт належить до чайно-гібридних троянд, але квіти зазвичай зібрані в суцвіття, що складаються з 5-7 квіток, які дуже сильно пахнуть і входять в 10-ку найароматніших троянд у світі. Листя середнього розміру, червонуваті, коли молоді, пізніше стають темно-зеленими. Пагони прямостоячі, колючі. Морозостійка і добре переносить сильну обрізку. Сприйнятлива до грибкових захворювань.

6. *Rosa Ingrid Bergman*. Це найпопулярніший сорт червоноквіткової чайно-гібридної троянди. Дерево заввишки 0,7-1 м, випускає товсті зеленувато-коричневі пагони. Квітки темно-червоні, поодинокі, бутони майже чорні, оксамитові, великі (10-12 см в діаметрі) і помірно ароматні. Квітки довго зберігаються, а потім буріють. Листя велике, темно-зелене, блискуче. Стійкий до хвороб і шкідників, стійкий до дощу і обрізки. Не переносить занадто спекотного сонця або сильної тіні.

7. *Rosa Landora*. Найпопулярніша жовта чайно-гібридна троянда. Кущ компактний, висотою 0,6-0,8 м, пагін прямостоячий. Квітки темно-жовті,

поодинокі, діаметром 8-10 см, злегка ароматні, довго зберігають своє забарвлення. Листя зелене, глянцеве, середнього розміру, щільне. Зимостійкий, стійкий до хвороб і толерантний до обрізки. Підходить для вирощування на присадибних ділянках.

8. *Rosa Mainzer Fastnacht*. Одна з найвідоміших і найвидатніших бузкових троянд. Кущ компактний, 0,5-0,7 м заввишки. Квітки великі, діаметром 9-11 см, зазвичай поодинокі на довгих стеблах, бузково-фіолетові або бузково-пурпурові всередині і сріблясто-бузкові зовні, з сильним ароматом. На сонці вони блакитнують, в тіні рожевіють і віддають перевагу легкій напівтіні. Велике листя в молодості світло-зелене, пізніше стає тьмяно-зеленим. Морозостійкий і стійкий до хвороб, але може бути схильний до борошнистої роси у вологе літо. Сильний аромат і забарвлення квітів. Рекомендується для вирощування на присадибних ділянках.

9. *Rosa Mister Lincoln*. Кущі 0,7-0,9 м заввишки, плоскі. Квітки яскраво-червонувато-фіолетові, оксамитові, 8-10 см в діаметрі, дуже ароматні. Листя великі, темно-зелені шкірясті покривала. Стійкий до морозів і хвороб. Цей сорт часто вирощують на зріз через його яскраві квіти на довгих стеблах.

10. *Rosa Monica*. Чагарник висотою 0,8-1 м, з прямостоячими пагонами і нечисленними колючками. Квітки поодинокі на дуже довгих прямостоячих пагонах, яскраві мідно-червоні з жовтою серцевиною, великі квіти 10-12 см в діаметрі, мають приємний, тонкий аромат. Листя темно-зелене, щільне і блискуче. Морозостійкість середня, в суворі зими може підмерзати. Квіти красиві, довговічні та ароматні, що робить її придатною для зрізання.

11. *Rosa Peer Gynt*. Кущ компактний, з прямостоячими пагонами висотою 0,6-0,8 м. Квітки лимонно-жовті, діаметром 10-12 см, на довгих міцних пелюстках з рожевими краями, поодинокі або в китицях до 10, слабо запавні. Цвіте до перших заморозків. Молоде листя червонувате, потім глянцево-темно-зелене і стає великим шкірястим. Цей сорт морозостійкий, стійкий до хвороб, середньоквітучий, дуже стійкий до дощу і толерантний до обрізки. Рекомендується для присадибних ділянок.

12. *Rosa Piccadilly*. Кущ компактний, 0,5-0,6 м заввишки, з прямостоячими пагонами. Квітки двоколірні, темно-жовті всередині, оранжево-червоні до темно-червоних зовні. Морозостійкість і стійкість до хвороб середня, дуже хороша стійкість до дощу.

13. *Rosa Polarstern*. Сильнорослий, 0,8-1 м заввишки, пагони жорсткі, прямостоячі, розгалужені. Квітки поодинокі, кремово-білі, великі, діаметром 9-10 см, майже без запаху. Листя велике, темно-зелене, злегка блискуче. Стійкий до хвороб і дощів, добре переносить часту обрізку.

14. *Rosa Troika*. Сильнорослий, висотою 0,8-1,2 м, з товстими, прямостоячими пагонами. Квітки поодинокі, діаметром 11-13 см, при основі жовті, всередині рожеві. Листя середнього розміру, темно-зелені, глянцеві. Стійкий до хвороб, морозостійкість вище середньої, в суворі зими підмерзає. Цей сорт широко відомий завдяки цікавому забарвленню і красивій формі квіток.

Ці сорти можуть бути знайдені в різних садах, парках та розсадниках України, особливо в спеціалізованих розсадниках та ботанічних садах, де розробляють та показують різні сорти троянд.

Всі сорти мають свої сильні та слабкі сторони, але у них є одна спільна риса вони усі прекрасні.

Висновки. Селекція та вирощування чайно-гібридних троянд вимагають не лише уважності, знань та старанності, але й ретельного вивчення потреб конкретних сортів. В статті подана інформація про різні чайно-гібридні сорти та їхні особливості, що допоможе визначити найбільш підходящі для вирощування у відповідних умовах. Також потрібно звертати увагу на необхідність стежити за здоров'ям рослин та вчасно реагувати на будь-які зміни у їхньому стані, що сприяє забезпеченню успішного вирощування. З правильним доглядом та відданістю, чайно-гібридні троянди можуть радувати ваш сад своєю красою та ароматом протягом багатьох років, створюючи неперевершену атмосферу в будь-якому садовому ландшафті.

Список використаної літератури

1. Нечитайло В. А., Кучерява Л. Ф. Ботаніка. Вищі рослини. Київ: Фітосоціоцентр, 2001. С. 232-500.
2. Трегобчук В. М. Охорона земель – складованаціональної безпеки. *Вісник НАН України*. 1997. № 3–4. С. 3–13.
3. Амсінг Я. Довідник по сучасному вирощуванню троянд в теплицях. Департамент наукових досліджень університету Вагенінген. Нідерланди. 2011. С. 220-222.
4. Дубовик О. М. Нові відомості про рід *Rosa L.* флори України. *Український ботанічний журнал*. 1989. № 3. С. 21–25.
5. Дубовик О. М. Рід шипшина, троянда. *Визначник рослин Українських Карпат: Наукова думка*. 1977. С. 165-170.
6. Сікура Й. Й., Сікура А. Й., Капустян В. В. Морфологія плодів та насіння квіткових рослин світової флори: Знання України. Київ, 2008. 80 с.
7. Ткачук О. А., Ткачук О. О. Троянди: Вища школа. Київ, 1993. 207 с.

Maxym OPLAKANSKYI²¹,
2nd year student,
the faculty of agronomy, horticulture
and protection of plants,
Vinnytsia national agrarian university
Vinnytsia, Ukraine

TOPIARY ART. CLASSIFICATION AND TOPIARY FORMS

***Анотація.** Топіарне мистецтво – це вид садівництва, який передбачає підстригання рослин у певні форми та обриси. Це багатовікова практика, яка використовується для створення декоративних елементів у садах і парках по всьому світу. Топіарні форми можуть бути простими або складними, і можуть бути виготовлені з різноманітних рослин, включаючи кущі, дерева та ліани. Один з найпоширеніших способів класифікації топіарій – за формою. Популярні форми включають кулі, куби, конуси, піраміди та тварин. Інший спосіб класифікувати топіарії – за типом використовуваних рослин. Деякі з найпопулярніших рослин для топіару включають самшит, тис і бирючину. Топіарне мистецтво може бути складним, але корисним хобі. Воно вимагає терпіння, майстерності та уважності до деталей. Однак результати можуть бути справді приголомшливими. У цій статті ми розглянемо загальну природу топіарного мистецтва, його походження і розвиток, а також його значення в контексті ландшафтного дизайну. Проведено детальний огляд, аналіз і поділ топіарних форм на різні категорії, такі як геометричні, фігурні, абстрактні, тваринні та багато інших, з наведенням прикладів кожного типу.*

***Ключові слова:** топіарій, форма топіарію, арбоскульптура, ландшафтний дизайн, скульптура, топіарні категорії.*

***Annotation.** Topiary art is a form of gardening that involves the trimming of plants into specific shapes and forms. It is a centuries-old practice that has been used to create decorative features in gardens and parks around the world. Topiary forms can be simple or complex, and can be made from a variety of plants, including shrubs, trees, and vines. One of the most common ways to classify topiary forms is by shape. Popular shapes include spheres, cubes, cones, pyramids, and animals. Another way to classify topiary forms is by the type of plant used. Some of the most popular plants for topiary include boxwood, yew, and privet. Topiary art can be a challenging but rewarding hobby. It requires patience, skill, and a good eye for detail. However, the results can be truly stunning. In this article, we will note the general nature of topiary art, its origin and development, as well as its significance in the context of landscape gardening. A detailed review, analysis, and division of topiary forms into various categories, such as geometric, figurative, abstract, animal, and many others, with examples of each type, is provided.*

²¹Науковий керівник: Малик В.М., викладач кафедри української та іноземних мов ВНАУ.

Key words. *topiary, topiary form, arbosculpture, landscape design, sculpture, topiary categories.*

Introduction. Topiary art is a form of garden sculpture in which plants are pruned into shapes, often representing animals, people, or geometric shapes. It has a long history, dating back to ancient times, and has been practiced in many different cultures around the world. Classification of topiary forms is a complex and challenging task due to the wide variety of shapes and styles that can be created. Some common classification systems are based on the plant material used, the pruning technique employed, or the overall shape of the topiary.

Recent research on topiary art has focused on the history of the practice, the development of new pruning techniques, and the use of topiary in landscape design. However, there is still much that is not known about topiary art, such as the best practices for creating and maintaining topiaries in different climates and the impact of topiary on the environment.

This article aims to provide a comprehensive overview of topiary art, including its history, classification, and recent research. It also discusses the challenges and opportunities facing topiary art in the 21st century.

Summary of the main material. Topiary is the horticultural practice of shaping and sculpting plants into decorative and often intricate forms. This ancient art form has evolved over centuries, with origins dating back to Roman times. The term «topiary» is derived from the Latin word «topiaries», meaning a gardener or ornamental designer.

Topiary art has a rich and interesting history. Over the centuries, it has evolved, enriched with new forms and styles. Today, topiary is not just a way to decorate the garden, but also an opportunity to create a real work of art.

The history of topiary art goes back to ancient times. The first mention of it can be found in Ancient Egypt (3000 BC), where the nobility decorated their gardens with figuratively trimmed trees and bushes. Topiary elements were also used in Mesopotamia and Persia. Topiary art reached its true heyday in ancient Rome. It was the Romans who perfected the cutting techniques and gave it geometric clarity. Thanks to the Romans, such elements as hedges, labyrinths, arches, and animal figures appeared.

In the Middle Ages, topiary art fell into decline, but eventually it revived again in the Renaissance (14-16 centuries). This period was characterized by a return to ancient traditions, so topiary gardens became popular again. The 17th century is considered the golden age of topiary art. It was at this time that it reached its peak in France, where the gardens of Versailles became a model for imitation. Thanks to French craftsmen, new complex shapes such as spirals, cones, and coats of arms appeared.

In the 18th and 19th centuries, topiary art spread throughout Europe. At this time, it became more diverse, and new styles, such as the English landscape park, appeared.

In the 20th and 21st centuries, topiary art experienced a new birth. New materials and technologies have emerged that have made it possible to create complex and original forms.

Today, topiary art is a popular trend in landscape design. It is used to create unique and attractive garden compositions.

The art of topiary encompasses various forms and classifications, each characterized by unique shaping techniques and designs. From geometric shapes to whimsical animals, topiary artists use their creativity to transform living plants into living sculptures. This synthesis of nature and artistry adds a touch of elegance and charm to gardens, parks and landscapes, creating visually stunning and imaginative displays. The classification of topiary forms ranges from classic geometric patterns to more elaborate and fanciful designs, demonstrating the versatility and creativity inherent in this timeless horticultural tradition [1].

In landscape gardening, there are at least five techniques that work with natural plant forms in a decorative garden, including topiary formation. It should also be noted that in ornamental gardening there is no generally accepted term for this area of landscape design, so in the literature it is called differently: ornamental gardening, garden architecture, garden «bonsai», green plastic, plant architecture, and other names. Perhaps it is time to define a specific term? According to the authors, all techniques that work with plant forms should be combined into the term «plant plastic». It will include all five of these methods and methods for creating dwarf forms [5, 6].

The basic principles of topiary art include shaping and pruning plants. The main essence of the work is to ensure that the plants we grow are in the shape we want to create. This requires regular pruning and shaping of plants. The process of plant species selection implies that some plant species are better for topiary art because of their density and ease of shaping. For example, we can distinguish topiary forms based on trees, shrubs, herbaceous plants, and combinations of different plant species.

In addition to shaping and pruning plants, topiary art also involves careful study of the plant species used. Some species are better suited to this art form because of their characteristics, such as density, growth pattern, and response to pruning. For example, evergreen shrubs, such as boxwood and yew, are popular for creating intricate topiary designs because of their dense foliage and ability to withstand frequent pruning without losing shape.

Similarly, some herbaceous plants, such as rosemary or lavender, can be shaped into decorative forms, adding variety and texture to topiary compositions. In addition, some topiaries include a combination of different types of plants, allowing for creative expression and the combination of contrasting colors and textures. By carefully selecting and combining plant species, topiaries can achieve a variety of sculptural forms, from geometric to extravagant shapes, which enhance the beauty of gardens and landscapes.

The pruning technique and the location of the composition are also important. The technique of pruning plants not only important, but the most important factor in

the process of formation of topiaries, because the creation of various shapes depends on it.

Topiary art is an integral part of the history of landscape gardening, which is based on the experience and knowledge of woody plants. Topiary serves as a unique expression of this knowledge, pushing the boundaries of what these plants can become. While rooted in tradition, topiary art also demonstrates a willingness to experiment and innovate, adding a touch of whimsy and artistry to the designed landscape. This artistic practice allows landscape gardeners to showcase their expertise in plant selection, cultivation, and manipulation [3].

As for the forms of topiary, we will clarify the issue in more detail below. The classification of topiary forms in landscape gardening is a key tool for organizing and structuring the design of natural spaces, giving them an aesthetic harmonious look and originality. Let us take a closer look at their types (Fig. 1).

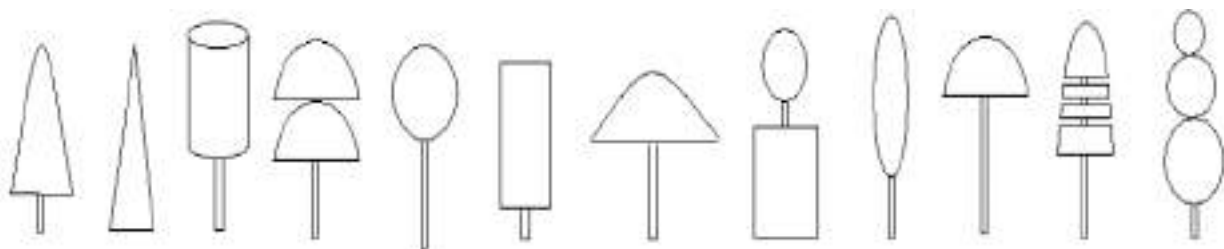


Fig. 1 Decorative garden fences of various types

1. *Sculptural form of a topiary.* The crowns of trees or bushes are shaped like a garden sculpture. In most cases, animal figures are used, which has become almost a tradition. They can be placed singly, as a garden composition, or in group structures.

Beyond animals, topiary sculptures can represent geometric shapes, mythical creatures, or even abstract concepts.

The art of topiary requires patience and skill, as the desired shape is achieved through years of careful pruning and training.

2. *Hedges.* This is one of the oldest forms that has both aesthetic and functional value in a decorative garden. There are three main types of hedges: a border (up to 50-75 cm), a hedge or hedge itself (up to 180-200 cm), and a hedge wall (up to 3-4 m in height). Hedges indeed represent one of the oldest and most versatile landscaping elements, valued for both their beauty and practical applications. Today, hedges provide habitat for beneficial insects and birds, while also acting as windbreaks, reducing noise pollution, and even mitigating soil erosion [2]. The division of hedges into heights of the third group is relatively arbitrary and may vary depending on the composition.

Borders are one of the expressive elements of decor as part of ornamental compositions, used to visually delimit decorative planes, mark the outer borders of flower beds, the edges of pedestrian paths, etc.

The hedge itself is used as a fence for zoning or decorative complication of the territory or creating a background for decorative garden compositions.

It is interesting to note that the term «green wall» in the literature can refer to both a hedge wall and one of the forms of vertical gardening developed by French

designer Patrick Blanc. However, the world of green walls has blossomed in recent years, offering a range of benefits that extend far beyond aesthetics[6].

3. *Geometric shape.* One of the most common and used in landscape construction. In addition to the typical geometric shapes (ball, cone, cube, etc.), there are combinations of them and shapes with slots, which became widespread in Europe during the heyday of fashion for well-groomed parks and gardens. The prevalence of geometric shapes in topiary can be attributed to several factors. Firstly, their inherent symmetry fosters a sense of order and harmony within the landscape. Secondly, geometric forms are often relatively easy to maintain, requiring a focused yet efficient pruning strategy. Finally, the clean lines and defined edges of geometric topiary create a striking visual presence, capable of captivating the eye and drawing viewers into the designed space [6].

4. *Arbitrary shape.* Traditionally, topiary has been associated with formal gardens, featuring neatly clipped shapes like spheres, spirals, and geometric figures. However, the art form has embraced new possibilities in recent times, and arbitrary shapes are becoming increasingly popular. The rise of arbitrary topiary forms pushes back against the notion that topiary is solely for formal gardens. It demonstrates the art form's adaptability and ability to thrive in diverse settings. This form can be successfully used in natural landscapes and seems to contradict the opinion that topiary forms are only the prerogative of an ordinary garden and classical symmetrical compositions [6].

6. *The plot form of a topiary.* It is considered complex both in terms of construction and execution, so it is not often found in gardening and park use. This form consists of several topiaries that together create a composition [6].

In terms of dynamics, there are static and dynamic compositions. A static composition does not convey movement, but only states the placement of topiary elements in space. These are garden still lifes with vases, interior elements, etc. Dynamic compositions reflect movement and are difficult to realize. The work of creating such topiaries requires high qualification of a specialist, artistic taste of the master and constant care. The creation of such compositions is definitely a decoration of the garden, and often its most expressive element and business card.

7. *Segmental shape.* This form is also attractive for landscape compositions. The segmental form, in principle, can be considered a kind of arbitrary form, but its crown, although compact, is not integral and is divided into separate segments by the number of main skeletal branches. Two types of this form should be distinguished: the segmental form and the European Niwaki. The segmental form is an intriguing element of landscape design that adds depth and volume to the composition. Its crown, although compact, is characterized by segmentation, with the number of main skeletal branches determining the division into separate segments. There are two main variations of the segmental form: the segmental form itself and the European niwaki.

The segmental form demonstrates a unique charm, its segmented crown offers visual interest and architectural appeal. On the other hand, the European niwaki style emphasizes the artistic manipulation of branches to achieve a harmonious balance

between form and function. Both variations of the segmented form contribute to the diversity of landscape compositions, offering designers a versatile tool for expressing their artistic vision.

8. And the last form worth talking about is the frame form. This topiary does not refer to the form itself, but to the new technology of its creation, so in the literature it is also called «new topiary». The technology originated in North America in the early 19th century [4]. In its essence, the frame of the future topiary is created initially from wire.

Planting suitable trees or bushes is the first step in creating amazing topiary shapes. Their branches, which grow beyond the frame, are put on the manufactured molds, and if nature decides to express its creativity, then all that remains is to cut them out. This extraordinary technology makes topiaries more accessible, sparking a new wave of enthusiasm for this form of garden art. The frame technique has proven to be unique, allowing for the creation of sculptural and narrative forms that go beyond geometric constraints.

Topiary forms should also be distinguished from arbosculpture, which can be defined as the art of creating decorative sculpture based on living trees. Unlike topiary, which relies on pruning foliage to achieve desired shapes, arbosculpture manipulates the tree's structural elements. The arbosculpture technique involves bending skeletal branches while they are young and pliable. Additionally, shoot convergence, a specialized grafting technique, can be used to encourage branches to grow together, forming a pre-determined design. The American Axel Erlandson is considered to be the founder of this technology, pioneering these methods in the early 20th century. His innovative approach continues to inspire modern arbosculpture artists today [4].

As we can see, there are many ways to form a topiary, so this kind of art can be used to create beautiful garden compositions, landscape designs, as well as to decorate large objects and park areas in Vinnytsia region, which is absolutely relevant and necessary. Decorative haircuts, the use of different types of plants, the use of wires or frames are a series of logical methods in a person's desire to radically change the appearance of typical trees, bushes, and plants in order to use them to meet their own aesthetic needs.

Conclusion. Topiary art is a versatile and rewarding art form that can be used to create a variety of effects in the garden. By understanding the different classifications of topiary forms, gardeners can choose the right plants and techniques to create the desired look.

The purpose of this article was to provide an overview of topiary art, including its history, classification, and popular forms. The article also discussed the benefits of topiary art and the steps involved in creating it.

The article describes in detail the characteristics of each of the established forms and describes the directions of their use in landscape design. The connection and differences of the main topiaries with other techniques working with plant forms in landscape gardening are shown. This detailed exploration of topiary forms not only

provides a comprehensive understanding of their individual characteristics but also highlights their versatility within landscape design. By showcasing the various applications of topiary in different settings, the article sheds light on how these sculpted elements can be strategically integrated to achieve specific goals.

Список використаної літератури

1. Бельц Г. Фігурна обрізка дерев. Форми. Методи. Догляд: [пер. з нім.] Київ: БММ, 2018. С. 1–55.
2. Дідур І.М., Прокопчук В.М., Панцирева Г.В., Циганська О.І. Рекреаційне садівництво. Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 321 с.
3. Крижановська Н. Я., Вотінов М. А., Смірнова О. В. Основи ландшафтної архітектури та дизайну: підручник. Харків: Харків. нац. університет міськ. господарства ім. О. М. Бекетова, 2019. 348 с.
4. Кучерявий В.П. Озеленення населених місць: Навчальний посібник. Львів: Світ, 2019. 665 с.
5. Прокопчук В.М., Мазур В.А. Декоративне садівництво і квітникарство: навчальний посібник. Вінниця, 2011 р.
6. Солоненко В. І., Ватаманюк О. В. Класифікація видів вертикального озеленення в ландшафтному будівництві. Лісове і садово-паркове господарство, 2017. № 5. С. 126–136.

Надія СМАЛЬ²²,
студентка 2 курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ТВОРЧИСТЬ У ДИЗАЙНІ ЛАНДШАФТУ ТА МОВНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Анотація. Дослідження присвячено взаємозв'язку між творчістю у дизайні ландшафту та мовним середовищем. Дизайнери ландшафту, які володіють різними мовами, стикаються з унікальними можливостями та викликами у процесі творення інноваційних та естетично вишуканих ландшафтів. Вивчення мови відкриває доступ до глибокого розуміння культурних контекстів, що сприяє створенню унікальних і екологічно збалансованих просторів. Активна участь у мовних спільнотах та використання мовних ресурсів розширює інструментарій дизайнера, сприяючи розкриттю нових ідей та технічних інновацій. Аналіз мовного середовища дозволяє визначити, як мовні навички впливають на креативний потенціал дизайнера ландшафту та сприяють створенню інноваційних та стилізованих екологічних просторів.

²²Науковий керівник: Малик В.М., викладач кафедри української та іноземних мов ВНАУ.

Ключові слова: дизайн ландшафту, творчість, мовне середовище, інновації, культурні контексти, екологічні простори, мовні навички, міжкультурна комунікація.

Annotation. *The study is devoted to the relationship between creativity in landscape design and the linguistic environment. Multilingual landscape designers face unique opportunities and challenges in creating innovative and aesthetically pleasing landscapes. Learning a language opens access to a deep understanding of cultural contexts, which contributes to the creation of unique and ecologically balanced spaces. Analysis of the language environment allows to determine how language skills affect the creative potential of the landscape designer and contribute to the creation of innovative and stylized ecological spaces.*

Analysis of the language environment allows to determine how language skills affect the creative potential of the landscape designer and contribute to the creation of innovative and stylized ecological spaces.

Key words: *landscape design, creativity, language environment, innovation, cultural contexts, ecological spaces, language skills, intercultural communication.*

Вступ. В сучасному світі, де глобалізація та взаємодія між культурами стають не лише нормою, але й вимогою до успішного розвитку у будь-якій сфері, вивчення англійської мови набуває надзвичайної важливості. Особливо це стосується професій, де креативність та інноваційність визначають конкурентоспроможність. У цьому контексті, для дизайнерів ландшафту, які працюють у сучасному світі, знання англійської мови є не лише корисним, але й необхідним елементом їх професійного арсеналу.

Вивчення англійської мови в сфері дизайну ландшафту відкриває перед фахівцями безліч можливостей для взаємодії зі світовими тенденціями, інноваціями та передовими підходами. Засвоєння мовних навичок дозволяє професіоналам цієї галузі брати участь у міжнародних проектах, обмінюватися досвідом з колегами з усього світу та використовувати передові ідеї і концепції у своїй роботі [1]. У даній статті ми детально розглянемо, як вивчення англійської мови впливає на креативний процес дизайнерів ландшафту. Ми також проаналізуємо приклади успішного використання ідей, отриманих з англійської дизайнерської спільноти, у роботі фахівців цієї галузі. Наша мета – виявити, як мовна компетентність може стати каталізатором інновацій та сприяти впровадженню передових концепцій у проекти ландшафтного дизайну, забезпечуючи тим самим подальший розвиток цієї цікавої та важливої галузі.

Виклад основного матеріалу. Дизайнери ландшафту, які вивчають англійську мову, отримують можливість взаємодіяти з розмаїттям ідей та передових підходів у світовій дизайнерській спільноті. Активна участь у віртуальних спільнотах, читання фахових публікацій та перегляд робіт міжнародних колег відкривають для них широкі горизонти інновацій.

Аналіз успішних випадків підтверджує, що мовна компетентність стає не лише засобом комунікації, але й джерелом ідей та підходів [2]. Знання

англійської мови дозволяє ефективно інтегрувати інновації та збагачувати проекти дизайнерів ландшафту, роблячи їх внесок в світову спільноту (табл.1).

Таблиця 1

Взаємодія мовного середовища та творчості в дизайні ландшафту.

Аспект теми	Опис
Вивчення мови для інновацій	Дизайнери, володіючи англійською, отримують доступ до світових тенденцій, інновацій та передових підходів у ландшафтному дизайні.
Глобальна співпраця та комунікація	Активна участь у віртуальних спільнотах та мовній глобальній спільноті дозволяє дизайнерам обмінюватися ідеями та співпрацювати з колегами з усього світу.
Культурний аспект мови	Розуміння культурних відтінків мови допомагає дизайнерам створювати проекти, які враховують місцеві особливості та традиції.
Вплив мовного розвитку на творчість	Активний мовний розвиток дозволяє виражати та реалізовувати творчі ідеї з використанням різноманітних лінгвістичних засобів.
Переклад ідей у локальний контекст	Дизайнери мають вміння адаптувати ідеї, отримані з англійської спільноти, до конкретного локального середовища та його особливостей.
Взаємодія та обмін досвідом	Комунікація англійською з фахівцями та колегами з інших країн сприяє взаємному обміну досвідом та інноваційними підходами.

Джерело: узагальнено, доповнено автором за даними джерела [3]

Ця таблиця відображає ключові аспекти взаємодії між мовним середовищем та творчістю дизайнера ландшафту. Вона описує, як володіння англійською мовою впливає на інноваційність, глобальну співпрацю, адаптацію ідей та інші аспекти професійної діяльності у галузі ландшафтного дизайну.

Англійська мова визначається не лише як засіб комунікації, але і як ключовий інструмент для розвитку креативності та інновацій у галузі дизайну ландшафту [3, 4]. Розглядаючи різні аспекти, можна виокремити кілька ключових ролей англійської мови в цьому контексті.

- Англійська мова є основним засобом доступу до новітніх технологій та інновацій у сфері ландшафтного дизайну. Терміни, що описують нові концепції та технічні рішення, часто формуються саме в англійськомовному середовищі.

- Вивчення англійської мови відкриває дизайнерам ландшафту доступ до культурних контекстів та традицій, що формують стиль та естетику різних регіонів. Це сприяє глибокому розумінню та культурній інтеграції у процесі роботи.

- Мовна компетентність у англійській сприяє ефективній комунікації, що є важливим аспектом узгодження ідей та реалізації проектів. Дизайнери можуть чітко та точно висловлювати свої концепції та вимоги [5].

- Активний мовний розвиток у англійській мові забезпечує дизайнерам ідейну гнучкість та творчий розвиток [6]. Збагачення словникового запасу дозволяє виражати нюансовані ідеї, стимулюючи творчість у процесі дизайну.

• Дизайнери ландшафту, вивчаючи англійську мову, можуть інтегрувати знання та ідеї з різних галузей, від архітектури до екології. Це дозволяє створювати комплексні та інноваційні дизайнерські рішення.

Таблиця 2. систематизує важливі аспекти, де мовний розвиток впливає на творчий процес дизайнера ландшафту, роблячи його більш ефективним та інноваційним.

Таблиця 2

Вплив мовного розвитку на творчий процес дизайнера ландшафту

Аспект	Опис
Експресія та різноманітність виразів	Мовний розвиток в англійській мові визначає рівень експресії дизайнера, що забезпечує високий ступінь ідейної гнучкості.
Культурна інтеграція та розуміння	Вивчення англійської розкриває культурні контексти та відмінності, що впливають на сприйняття та реалізацію концепцій.
Експериментація та інновації	Використання різноманітних лінгвістичних засобів дозволяє експериментувати з креативними підходами та нестандартними виразами.
Текстове джерело інспірації	Мовний розвиток дозволяє використовувати текстовий матеріал як джерело інспірації для створення дизайнерських концепцій.
Технологічний прогрес	Розвиток мовних навичок важливий для відслідковування та інтеграції новітніх технологій у сферу дизайну ландшафту.
Ідейна гнучкість та реалізація	Розвиток мови визначає творчий потенціал, зростання мовної компетентності впливає на кількість та якість творчих рішень.

Джерело: узагальнено, доповнено автором за даними джерел [5, 6,]

Технологічний прогрес в сфері дизайну ландшафту залежить від розвитку мовних навичок дизайнера та його здатності інтегрувати новітні технології у творчий процес. Розглянемо цей аспект більш детально:

1. Збільшення словникового запасу дозволяє дизайнерові легше розуміти та використовувати спеціалізовану термінологію, пов'язану з сучасними технологіями в ландшафтному дизайні [7].

2. Зростання мовної компетентності у технологічному виразництві дозволяє дизайнерам впроваджувати інноваційні технологічні рішення у свої проекти, що покращує ефективність та естетику.

3. Розуміння мови технічних спеціалістів, яке надається розвитком англійської мови, дозволяє дизайнерам легше спілкуватися та співпрацювати з інженерами, архітекторами та іншими фахівцями у сфері технологій.

4. Використання англійської мови для читання літератури та вивчення технологічних трендів робить дизайнера осведомленим про останні досягнення, що сприяє удосконаленню його професійних знань.

Таким чином, технологічний прогрес визначається не лише розвитком нових технічних засобів, але й вмінням дизайнера ландшафту використовувати мовні навички для їхнього творчого та інтегрованого використання.

Англійська мова дозволяє дизайнеру ландшафту взаємодіяти з колегами та експертами на міжнародному рівні (табл. 3). Комунікація в англійській мові розширює можливості спілкування та сприяє взаємному обміну знаннями в галузі. Вивчення англійської мови відкриває доступ до світового дизайнерського досвіду. Дизайнер може вивчати та адаптувати передові підходи та тенденції, представлені англійською мовною спільнотою.

Таблиця 3

Важливість мовної спільноти для дизайнера ландшафту

Аспекти	Опис
Комунікація та обмін ідеями	Мовна спільнота дозволяє дизайнерам ландшафту ефективно спілкуватися, обмінюватися ідеями, досвідом та отримувати конструктивний фідбек від колег та інших фахівців.
Адаптація новітніх тенденцій	Мовна спільнота надає можливість дизайнерам отримувати доступ до новітніх тенденцій у галузі, що сприяє сталим покращенням їхніх навичок та розширенню кругозору.
Колаборації та партнерство	Мовна спільнота створює умови для співпраці, колаборації та можливостей партнерства з колегами, що може призвести до створення більш інноваційних та успішних проєктів..
Розуміння міжнародного контексту	Взаємодія з мовною спільнотою розширює горизонти дизайнера, допомагаючи розуміти та враховувати культурні різниці, що важливо при роботі над проєктами у міжнародному контексті.
Професійний розвиток	Залучення до мовної спільноти сприяє постійному професійному розвитку, дозволяючи дизайнерам вивчати нові техніки, методи та ресурси для покращення своєї кваліфікації.

Джерело: узагальнено, доповнено автором за даними джерел [3, 7]

Мовна спільнота дозволяє будувати глобальну мережу професійних зв'язків. Знайомства та спілкування з фахівцями з різних країн розширюють можливості співпраці та спільної реалізації проєктів. Вивчення англійської мови стає ключовим елементом засвоєння міжнародного ландшафтного досвіду. Це дозволяє дизайнерові використовувати передові інновації та впроваджувати їх в свою творчу діяльність. Англійська мова сприяє культурному діалогу та креативній інтеракції. Дизайнер може використовувати мову як засіб для обміну не лише ідеями, але й культурним досвідом, що сприяє розносторонньому та унікальному дизайну.

Таким чином, дослідження важливості мовної спільноти для дизайнера ландшафту у контексті англійської мови підкреслює глобальну природу цього аспекту та його ключовий вплив на розвиток та успіх у сучасній ландшафтній галузі.

Ми розглянемо стратегії подолання мовних бар'єрів, проаналізуємо важливість англійської мови у міжнародному контексті для фахівців у галузі садово-паркового господарства та визначимо перспективи, які можуть відкриватися завдяки володінню цією мовою. Вивчення англійської мови стає не лише інструментом комунікації, але й ключем до нових можливостей та інновацій у сучасній ландшафтній архітектурі та садовому дизайні.



Рис 1. Чинники, що стримують людей від вивчення іноземної мови. Джерело:[6]

Вивчення англійської мови дизайнерами ландшафту може супроводжуватися труднощами, такими як мовний бар'єр, що визначається як неможливість ефективної комунікації іноземною мовою, що може обмежити їхню здатність взаємодіяти в міжнародному співтоваристві дизайнерів. Звичайно, іноді люди з різних країн не можуть спілкуватися лише тому, що один не володіє мовою іншого. Але як свідчить практика, причина не завжди тільки в цьому.

Ви можете чудовосприймати і розуміти мову на слух, грамотно писати та з інтересом читати іноземну літературу, а ось висловити свої думки, на жаль, не можете. Але сама дивна річ полягає в тому, що як тільки ви заглядаєте в словник, відразу ж стає ясно, що дане слово або дану конструкцію ви вже знаєте і причому дуже давно. Однак це знання не приносить вам користі – в потрібний момент слово (фраза, конструкція) не приходиться на розум.

Висновки. У висновках статті слід зазначити, що вивчення англійської мови насправді відіграє вирішальну роль у творчому процесі дизайнерів ландшафту. Активний розвиток мови дозволяє розширити словниковий запас, розкрити культурні контексти та глибше розуміти інновації. Глобальна співпраця, доступ до світового дизайнерського співтовариства та ресурсів новітніх технологій стають доступними завдяки вивченню англійської мови. Утворення мовної спільноти та подолання мовних бар'єрів визначають високий рівень комунікації та сприяють реалізації інноваційних концепцій у сучасному дизайні ландшафту.

Отже, можна зробити висновок, що англійська мова виступає не просто як засіб спілкування, але й як важливий інструмент для досягнення успіху та впровадження інновацій у цій важливій сфері професійної діяльності.

Список використаної літератури

1. Болайто Р., Вест Р. Інтернаціоналізація українських університетів у розрізі англійської мови. Проект «Англійська мова для університетів». Київ : Стиль, 2017. 127 с.

2. Діденко О. Сутність, зміст і структура поняття «професійна надійність фахівця». *Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України*. Серія «Педагогічні науки». 2015. № 1. С. 75-82.
3. Кияк Т. Функції та переклад термінів у фахових текстах. *Вісник Національного ун-ту «Львівська політехніка»*. Серія «Проблеми української термінології». 2008. № 620. С. 21-23.
4. Кочерган М. П. Загальне мовознавство: підручник. К.: Академія, 2003. 464 с.
5. Кузнецова І. О. Моделювання візуального сприйняття об'єктів дизайну, декоративно-прикладного і образотворчого мистецтва: дис. д-ра мистецтвознавства: 05.01.03. / КНУБА. К., 2006. 351 с.
6. Майже третина українців не знає жодної іноземної мови, — дослідження КМІС. URL: <https://detector.media/infospace/article/209207/2023-03-22-mayzhe-tretyna-ukraintsiv-ne-znaie-zhodnoi-inozemnoi-movy-doslidzhennya-kmis/> (дата звернення: 07.02.2024).
7. Малик В. М. Поняття іншомовної комунікативної культури й особливості її розвитку. *Інноваційна педагогіка*. 2021. № 39. С. 248 – 251.
8. Першин Є. В. Термінологічні труднощі перекладу в галузі комунікаційних технологій : кваліфікац. робота на здобуття освіт. ступеня магістр: 035.041 /Харків. нац. пед. ун-т ім. Г. С. Сковороди, каф. англ. філології. Харків, 2021. 64 с.

Ангеліна ТВЕРДОХЛІБ²³,
студентка 2 курсу,
факультет екології, лісівництва
та садово-паркового господарства
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

FORSYTHIA: ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ

***Анотація.** У даній статті висвітлено основну інформацію щодо роду *Forsythia*, її біологічні особливості, історію поширення, особливості цвітіння та плодоношення. Вона включає в себе поради щодо вибору оптимального місця для посадки форзиції, підготовки ґрунту та правильного процесу посадки. Стаття наголошує на важливості регулярного поливу та обрізки для забезпечення здоров'я та краси рослини. Розглянуто використання форзицій у ландшафтному дизайні.*

***Ключові слова:** форзиція, поширення, особливості вирощування та догляду.*

²³Науковий керівник: Малик В.М., викладач кафедри української та іноземних мов ВНАУ.

Annotation. This article provides essential information about the *Forsythia* genus, including its biological characteristics, history of distribution, flowering, and fruiting features. It includes advice on choosing the optimal planting location for forsythia, preparing the soil, and the correct planting process. The article emphasizes the importance of regular watering and pruning to ensure the plant's health and beauty. The use of forsythia in landscape design is considered.

Key words: forsythia, distribution, peculiarities of cultivation and care.

Вступ. *Forsythia* – це рід невеликих дерев і кущів з родини *Oleaceae*, вражаючих своєю ранньою весняною красою жовтих квіток. Цей рід має давню історію, що підтверджується розповсюдженням в природних умовах. Шість видів форзиції природно зростають у Східній Азії (Японія, Корея, Китай), тоді як в Європі вона представлена єдиним видом – форзицією європейською, особливо активно цвітучою на Балканах. Ця квітка отримала свою назву на честь видатного шотландського ботаніка Вільяма Форсайта, який був головним садівником Кенсінгтонського палацу і одним із засновників Королівського садівницького товариства [1]

Виклад основного матеріалу. Рід *Forsythia* Vahl з'явився у 1784 році, коли вчений Карл Тунберг вперше висвітлив його в своєму ботанічному описі. За словами Тунберга, *Forsythia* Vahl представляє собою листопадний кущ із тонкими гілками, що рясно вкритий жовтими квітами [2]. У 1833 році Веркер Пісторіус привіз форзицію Зібольда із Японії до Голландії, конкретно до королівського ботанічного саду.

У 1857 році цей вид був доставлений до Англії, і через 20 років він подолав океан і потрапив до Сполучених Штатів Америки. Форзицію вперше перевезли з Китаю в 1843 році, представляючи собою вид, відомий як форзиція найзеленіша (*Forsythia viridissima*), що була описана Ліндлеем [3].

В широке застосування форзиція поникла вийшла у 1864 році після успішної акліматизації у Англії. До Німеччини форзиція потрапила у 1880 р. [4]. Форзиція Європейська, родом з Албанії виявлена у 1897р., форзиція Джиральда інтродукована з Китаю у 1914 р. [2]. У 1891 році форзиція вперше з'явилася на території України, в дендропарку «Краснокутський». Цей вид був *Forsythia intermedia*, яка швидко адаптувалася до нових умов і успішно прижилася.

На сьогодні найбагатіша колекція форзицій в Україні представлена у Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка Національної академії наук України у місті Києві в так званому Саду форзицій. Національний ботанічний сад вперше інтродукував *Forsythia intermedia* «Spectabilis»; *Forsythia suspensa* «Decipiens», *Forsythia giraldiana* та інші види, на сьогодні цей монокультурний сад налічує найбільшу кількість сортів та видів форзицій в Україні [5].

Forsythia intermedia – це листяний чагарник, який швидко росте і досягає середньої до 3 м висоти та ширини. Кущ має розкидисту форму, листя зелене, цілісне, завдовжки до 10 см. Цвіте форзиція яскраво-жовтими квітами в березні, ще до появи листя.

Forsythiasus pensa – це листопадні чагарники з простими, іноді лопатевим листям і короткими трубчастими жовтими квітками з 4 розлогими лопатями, що рясно розпускаються навесні перед листям.

Forsythia giraldiana – одна з найвитонченіших форзицій із досить вузькими листками і витончено-жовтими квітками, що незвично для цього роду, мають легкий аромат. Це, мабуть, єдина форзиція, яка дико росте на дуже вологих, заплавлених ділянках, і може бути корисною в садах, де ґрунт занадто важкий, щоб інші жовті весняно-квітучі чагарники могли вижити.

Популярні декоративні види і сорти форзиції:

Forsythia ovata – цей вид має овальні листя та гарні жовті квіти. Він володіє компактною формою та може бути використаний для створення невеликих живих огорож або кущових композицій.

Forsythia viridissima – цей вид відомий своєю здатністю рано цвісти, навіть на фоні незначного залишкового снігу. Він має більш зеленуваті квіти порівняно з іншими видами.

Forsythia europaea – цей вид є більш культивованим у Європі. Він має схожі характеристики з іншими видами, але зазвичай має менш яскраві квіти та більш темно-зелене листя.

Forsythia viridissima «Bronxensis» – цей сорт має маленькі листя та здатність до раннього цвітіння, навіть на фоні незначного залишкового снігу. Він має вигляд густого куща і часто використовується для формування невеликих живих огорож.

Forsythia koreana «Kumson» – цей сорт має вузькі, зелені листя з кремово-білими краями, що надає рослині додатковий декоративний ефект. Він також має яскраві жовті квіти, які розкриваються ранньою весною.

Forsythia x *intermedia* «Sunrise» – цей сорт має золотисто-жовті квіти, які змінюють свій колір на помаранчевий в осінній період. Він відзначається стійкістю до хвороб та шкідників.

Forsythia viridissima «Gold Tide» – цей сорт має низьку, розповзаючу форму та жовті квіти, які з'являються рано навесні. Він чудово підходить для використання на скелястих схилах або для покривного використання в саду.

Forsythia ovata «Northern Gold»: Цей сорт відомий своїми яскраво-жовтими квітами та густими кущами. Він має відносно невеликий розмір та добре росте в північних регіонах.

Forsythia ovata «Minigold»: Цей сорт має компактну форму та відносно невеликий розмір, що робить його ідеальним для невеликих садів або контейнерного вирощування.

Форзиції широко представлені в інших ботанічних садах і дендропарках України, включаючи Ботанічний сад Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Національний дендрологічний парк «Софіївка» в місті Умань, Ботанічний сад Поліського національного університету в місті Житомир, а також в інших менш відомих установах.

Форзиції мають значення як у сільському господарстві, так і в декоративному садівництві:

Агроекологічна роль: Форзиції, завдяки своїй високій життєздатності та стійкості до негативних факторів, часто використовуються для утворення живих бар'єрів на границях поля або як вітрозакисні насадження. Вони можуть захищати посіви від вітру та сприяти збереженню ґрунтів.

Ландшафтний дизайн: Форзиції відомі своєю декоративністю та різноманіттям сортів, що дає можливість використовувати їх для створення різноманітних садових композицій. Вони можуть бути використані як одиночні рослини, живі паркани, живі та геометричні форми або масиви.

Квіткове оформлення: Форзиції мають чудові, яскраві квіти, які можуть прикрасити сад протягом багатьох тижнів весняно-літнього періоду. Вони добре поєднуються з іншими рослинами та можуть створювати вражаючі кольорові аранжування.

Архітектурні елементи: Окрім квітів, форзиції мають характерну форму кущів, яка може використовуватися для створення архітектурних елементів у саду, таких як живі арки, вогнуті або прямі алеї, або навіть формування великих геометричних фігур.

Однією з цінних біологічних особливостей форзицій, яка робить їх популярними для використання в ландшафтному дизайні, є щорічне і рясне цвітіння [6]. Форзиція європейська має золотисті квіти, з короткими пелюстками, зібрані у пазушні пониклі китиці. Китиці утворюються в пазухах верхньої пари листків, що зрослись у диск, причому іноді кожна лувка з шести квіток має свій диск. Усі види форзиції володіють властивістю бути чудовими джерелами нектару, тому їх квіти активно опилюються бджолами, джмелями та осами. Комахи-запилувачі найбільш активно відвідують ці квіти в перші години дня, як показують дослідження Гідзюка І. К. [7]. Під час цвітіння форзицій у хмарну та вітряну погоду відсутні бджоли, і лише джмелі здійснюють польоти. З усіх розглянутих видів форзицій найпізніше зацвітає форзиція яйцевидна.

Плід форзиції відноситься до типу яйцевидної коробочки. Насіння овальні і плоскі, верхня сторона зазвичай опукла і з подовженими валиками; нижня сторона увігнута або плоска, з подовжніми валиками або без них. Насіннєвий рубчик розташований на подовжньому валику. Форзиція плодоносить щороку. Одиночне плодоношення починається через 3–5 років після посіву насіння. Починаючи з віку 5–7 років, врожайність поступово збільшується. Максимальної врожайності кущі форзиції досягають через 8–9 років. Період плодоутворення у досліджуваних видів форзиції дуже короткий (від 18 до 32 днів) і залежить від загальної температури, періоду цвітіння виду, його географічного походження і систематичного розташування.

З 15-річного віку біологічна можливість плодоношення починає знижуватися. Форзиція – не довговічна культура, на одному місці її можна вирощувати більше 10–15 років.

Всі види цієї рослини можуть рости в тіні, але краще вибрати сонячне місце, яке не буде затоплюватися під час весняних паводків. В цьому випадку рясне цвітіння гарантовано. Форзиція не буде рости, якщо поруч з ділянкою

залягають ґрунтові води. Живці добре ростуть на легкому вапняному ґрунті. Ділянку обирати на відстані 2,5-3 метрів від будівель і високих дерев.

Для посадки молодих живців викопується яма розміром 50x50x60 см. Перед посадкою на дно ями насипають щебінь або биту цеглу, а потім близько 10 см крупного річкового піску. В цілому дренажний шар повинен становити не менше 30-40 см. Потім висипати листову землю і торф в співвідношенні 2:1.

При посадці можна додати склянку деревної золи. Рослини поміщають в посадочні ями, присипають ґрунтом і рясно заливають водою. Ґрунт навколо живців втоптують. Якщо живців кілька, відстань між ними залишають близько 2 метрів.

Forsythia можна висаджувати у відкритий ґрунт. Догляд за кущами не представляє особливих складнощів, тому виростити форзицію зможе навіть початківець садівник.

Ця рослина добре переносить посуху, але надлишок води може погубити кущі форзиції. Тому при необхідності поливайте рослину. Якщо часто йдуть дощі, поливати кущі немає необхідності. У спекотних літніх умовах полив проводять 2 рази на місяць. На кожне посаджене стебло витрачається не менше відра води.

Для рясного і тривалого цвітіння необхідно вносити добрива. Але в перший рік рослина отримує достатньо поживних речовин. Починаючи з 2-го сезону, підгодівлю вносять 3 рази. Ранньою весною, коли снігу залишилося небагато, навколо форзиції насипають компост або перегній. Органічні речовини допомагають активізувати всі сили і навіть збільшити пишну крону.

Під час появи бутонів використовуються мінеральні комплекси. На кожен квадратний метр витрачається не більше 60 г добрива. Після того, як форзиція відцвітає, вносять 3-ю підгодівлю. Останню підгодівлю виробляють універсальним комплексним добривом. Цей захід сприяє активній закладці квіткових бруньок на наступний рік. Варто пам'ятати, що всі види добрив вносяться тільки у вологий ґрунт.

При щорічній обрізці необхідно пам'ятати, що квітки з'являються на пагонах попереднього року. З настанням весни кущі ретельно оглядають. Якщо є пошкоджені обмороженням гілки, їх обрізають. Гілки, на яких були квіти, зрізаються на третину. Це посилить зростання бічних гілок, на яких квітка з'явиться в наступаючому році. У нижній частині куща можуть бути сухі пагони, але їх теж необхідно зрізати і відступити від ґрунту на 5 см [1].

Виважена організація зимування рослини значно підвищує ймовірність її розкішного цвітіння на початку весни. Ще до настання перших морозів рекомендується укрити кільця стовбура форзиції товстим шаром тирси, соломи або сухого листя глибиною 10 сантиметрів.

У випадку невеликої висоти чагарника, його гілки можна нахилити до землі, після чого закріпити і покрити їх ялиновим гіллям або дихаючим нетканим матеріалом, таким як спанбонд чи лутрасил. Високі кущі слід уважно перетягнути шпагатом перед укриттям.

Весною укриття слід знімати обережно і поетапно, щоб рослина могла поступово адаптуватися до змін температури без ризику для свого здоров'я.

Ні в якому разі не використовуйте для укриття форзиції матеріали, що не пропускають повітря, оскільки виникає в цьому випадку парниковий ефект, він не тільки призведе до передчасного пробудження бруньок, але і посприє процесу гниття.

З настанням весни необхідно стимулювати зростання бутонів і «розбудити» квіткові бруньки, ще до початку цвітіння. Для цього покладіть в пристовбурні кола шар перепрілого гною товщиною 15–20 см.

На початку цвітіння ретельно розпушити ґрунт навколо кущів, а потім, згідно з інструкцією, підгодуйте форзицію комплексними мінеральними добривами (наприклад, «Фертика Універсал весна-літо»).

В кінці цвітіння необхідно повторити внесення мінеральних добрив, зазвичай з кінця травня до початку червня (трохи пізніше в районах з прохолодним кліматом).

У вересні для підвищення морозостійкості форзиції під кущі вносять фосфорно-калійні добрива (суперфосфат, амофос і ін.) [8].

Рослини не потребують поливу, тому що влітку випадає достатньо опадів, але якщо літо здається посушливим, то форзиції на кожен кущ з розрахунку 10–12 літрів після поливу необхідно розпушити ґрунт і видалити бур'яни, розпушуючи її на глибину багнета лопати, щоб забезпечити доступ повітря до коріння рослини. Після розпушування пристовбурні кола мульчують компостом або сухим ґрунтом [9].

Форзиція розмножують кількома методами:

- насінням;
- відводами;
- живцями.

Насіння збирають пізньої осені та його зберігання відбувається в прохолодному приміщенні.

Для вирощування форзицій потрібно підготувати ящики з поживним ґрунтом. Суміш для ґрунту можна скласти з садової землі, перегною та піском у співвідношенні 1:1:1 відповідно.

Насіння висівають на глибину приблизно 1 см, далі посіви захищають плівкою або склом.

Через 20–40 днів мають з'явитися перші сходи, що свідчить про успішний початок процесу вирощування форзицій.

Пагони форзиції при зіткненні з ґрунтом здатні проростати, тому досить просто розмножити її відводками :

У весняний період вибирають молоді, гнучкі пагони форзицій.

Від підстави кожного пагону роблять невелику ямку глибиною приблизно 10 см.

Здійснюють обрізку листя по всій довжині гілки, залишаючи верхівку непорушеною.

Потім поглиблюють частину пагону, звідки видалене листя, у підготовлену ямку і закріплюють її.

Завершують процес, покривши посаджену частину ґрунтом.

Це місце регулярно зволожують, забезпечуючи оптимальний рівень вологості для росту. Для сприяння швидшому утворенню коренів, можна зробити кілька надрізів на стеблі перед посадкою [10].

Форзиція вважається стійкою до хвороб та шкідників, але іноді вона може стикатися з певними проблемами.

Щодо хвороб, форзиція може бути вразливою до таких захворювань, як борошниста роса, бактеріальна плямистість, і коренева гниль. Борошниста роса зазвичай проявляється у вигляді білого нальоту на листках, що може призвести до їх опадання. Бактеріальна плямистість може спричинити темні плями на листках, а коренева гниль може пошкодити коріння рослини і призвести до її загибелі.

Щодо шкідників, форзиція може бути атакована такими комахами, як тли, мільчявки та листоверти. Тли можуть пошкодити листя, а мільчявки можуть живитися соком рослини, що призводить до її виснаження. Листоверти також можуть пошкоджувати листя форзиції, що може знизити її візуальну привабливість та загрожувати її здоров'ю.

Щоб запобігти захворюванням та захистити форзицію від шкідників, важливо забезпечити рослині відповідні умови догляду, такі як достатнє поливання, добре дреновані ґрунти та відсутність перенаселення рослин. Крім того, регулярна інспекція рослини допоможе виявити проблеми з хворобами та шкідниками на ранніх стадіях, що сприятиме ефективнішому контролю над ними. Якщо проблеми виникають, може знадобитися використання хімічних або біологічних засобів захисту рослин.

Комбінування форзицій з іншими рослинами може створити цікаві та привабливі композиції в саду. Наприклад:

1. Конифери: Форзиції чудово поєднуються з різними видами конифер, такими як туя, можжевельник або сосна. Вони виглядають стильно та елегантно разом і можуть створити цікаві контрасти в кольорі та текстурі.

2. Листяні дерева: Під низькими форзиціями можна посадити високі листяні дерева, такі як клен, береза або вяз. Це додасть висоти та структури вашій садовій композиції.

3. Весняні квітучі рослини: Форзиції добре гармонують з ранніми весняними квітами, такими як тюльпани, нарциси або форзітія. Це створює вражаючий кольоровий контраст та надає вашому саду весняного настрою.

4. Трав'янисті рослини: Форзиції можна поєднувати з різними видами трав'янистих рослин, наприклад, лаванда, в'язолист або рудбекія. Це створить багатий та різноманітний ландшафтний дизайн.

5. Кам'яні елементи: Декоративні камені або бруківка можуть бути чудовим доповненням до композицій з форзиціями, створюючи цікаві текстурні та структурні ефекти.

6. Клумби з багаторічниками: Створення клумб з форзиціями та багаторічними рослинами, такими як лілії, іриси або жоржини, може додати довготривалого кольору та вибуху квітів у ваш сад.

Ці комбінації допоможуть вам створити різноманітні та привабливі садові композиції з форзиціями, які будуть виглядати гармонійно та естетично.

Висновки. Аналіз основ вирощування та догляду за *Forsythia* підкреслює важливість розуміння ботанічних аспектів цієї рослини для створення оптимальних умов її росту та процвітання. Дбайливий вибір ґрунту та розташування, що надає достатньо сонячного світла, є ключем до успішного вирощування *Forsythia*.

Знання про хвороби та шкідників форзиції допомагає садівникам забезпечити здоровий ріст та довговічність рослин, зберігаючи їх привабливість та вкладаючи в довгострокову красу саду чи ландшафтного дизайну. Тому вивчення цих аспектів є важливою складовою догляду за форзицією та іншими рослинами в саду.

Список використаної літератури

1. Форзиція: вирощування в саду, види і сорти: веб-сайт. URL.: <https://floristics.info/ua/statti/sadivnitstvo/2192-forzitsiya-posadka-i-doglyad-viroshchuvannya.html> (дата звернення 02.10.2023 р.)

2. Gordon P. De Wolf, Robert S. Hebb. *The story of Forsythia*. 1971. Vol. 31, № 5.5. P. 41 – 63.

3. Wyman D. *The Forsythias. A continuation of the Bulletin of the Arnold Arboretum. Harvard University*. 1937. Vol. V, N 1. p. 1 – 18.

4. Трофименко Н.М., Гончаренко Б.В., Демченко О.О. та ін. Анотований каталог різновидів, культиварів, форм деревних та кущових рослин. Ч. III. Красиво квітучі та декоративно-листяні дерева й кущі (Полісся та Лісостеп України). К.: Фітосоціоцентр, 2009. 52 с.

5. Матусяк М.В. Біолого-екологічні особливості використання видів роду Жимолость (*Lonicera* L.) в умовах біостаціонару ВНАУ. *Науковий вісник НЛТУ*. 2018. т. 28 (10). С. 45-52

6. Сікура Й.Й., Капустян В.В. Інтродукція рослин (її значення для розвитку цивілізації, ботанічної науки та збереження різноманіття рослинного світу). К.: Фітосоціоцентр, 2003. 280 с.

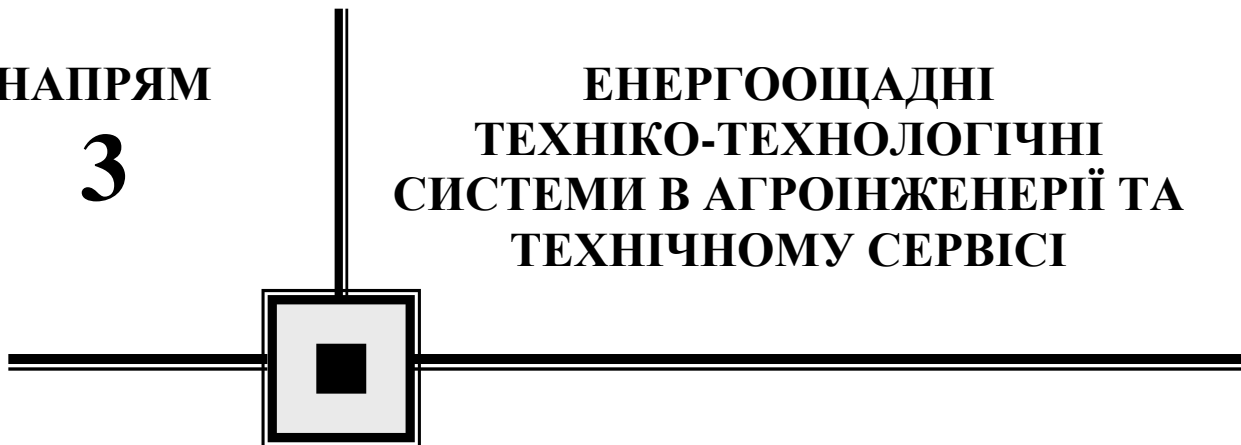
7. Форзиція: посадка і догляд у відкритому ґрунті: веб-сайт. URL.: <https://riara.com.ua/forzytsiya-posadka/> (дата звернення 03.10.2023 р.)

8. Як посадити та виростити форзицію: корисні поради: веб-сайт. URL.: <https://ukr.media/garden/416251/> (дата звернення 03.10.2023 р.)

9. Розмноження ранньоквітучих чагарнику форзиції: насінням, відводками, живцями: веб-сайт. URL.: <https://moeselo.kr.ua/rozmnozhenja-rannokvituchih-chagarniku-forzicii.html> (дата звернення 20.03.2024)

НАПРЯМ
3

ЕНЕРГООЩАДНІ
ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ
СИСТЕМИ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА
ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ



Марина ШИНКАРУК¹

Студентка 3-го року навчання,
Інженерно-технологічного факультету,
Вінницького національного аграрного університету
Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЕФОРМАЦІЇ ҐРУНТУ
ПІД ДІЄЮ РОБОЧИХ ОРґАНІВ РОТАЦІЙНОЇ БОРОНИ

Анотація. Дана робота присвячується питанням розробки та дослідження робочих органів для обробки ґрунту у садках. Проведено огляд літературних джерел, виконано постановку задачі, наведено конструктивне рішення, виконано математичне моделювання та дослідження отриманої конструкції.

Ключові слова: Дослідження, математична модель, робочі органи, деформація ґрунту.

Annotation. This work is devoted to issues of development and research of working bodies for tillage in gardens. A review of literary sources was carried out, the formulation of the problem was carried out, a constructive solution was given, mathematical modeling and research of the obtained structure was carried out.

Keywords: Research, mathematical model, working bodies, soil deformation.

Вступ. Інтенсифікація плідівництва це основний напрямок, який забезпечує збільшення врожайності й зниження питомих витрат праці на одиницю продукції. Одним з її найголовніших складових вважається комплексна механізація виробничих процесів, забезпечувана прогресивною системою тракторів, сільськогосподарських машин і знарядь. На сьогоднішній день, у садах проводиться 124 технологічних операції, але тільки 49% механізовані.

Високоперспективним технологічним процесом по догляду за плодовими насадженнями з погляду аспектів ресурсозбереження вважається одночасна обробка міжряддя й ряду плодових насаджень садів, виноградників, хмільників і ягідників. Обробка ґрунту в міжряддях багаторічних насаджень виконується за

¹Науковий керівник: доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва Сергій Шаргородський.

допомогою техніки застосовуваної в рільництві.

Машини й агрегати по способу обробки ґрунту приштамбової зони в садах можна розділити на утримуючі безприводні (пасивні) і приводні (активні) робочі органи з вертикальною або горизонтальною віссю обертання. По способу керування ці машини й агрегати діляться на 2 групи:

- напівавтоматичні;
- автоматичні.

До першої групи можна віднести культиватор фрезерний навісний КФН-2, фреза садова начіпна для обробки ряду НФС-1,4. При обробці ґрунту ряди секції управляються людиною, що перебувають на машині, який за допомогою гідросистеми МТА переміщає секції агрегату між багаторічними насадженнями.

Технічні засоби непрямой дії по виду алгоритму функціонування діляться на програмні, астатичні, слідкуючі.

До програмних технічних пристроїв можна віднести культиватор садовий виноградарський КСВ-2,5, пристрій Decavaillonneur «Skovema» по патенту №2605177 Франції, Фреза «Гумус» оснащена зубчасто-рейковим механізмом.

Механічний привід перерахованих вище пристроїв має чисельні недоліки, а саме – значні зусилля при включенні, що приводить до ушкодження рослини, занадто громіздка конструкція, не висока робоча швидкість.

Гідравлічний привід, застосовуваний на пристроях для обробки ґрунту в садах і виноградарствах виключає всі недоліки механічного приводу, він простіше у виконанні, має меншу питому вагу на одиницю потужності, більш низькі зусилля при включенні виконавчих механізмів і високу швидкість руху машини. Гідропривід робочих органів широко застосовується в садівництві й виноградарстві [3, 14], що дозволяє підвищити експлуатаційну надійність технічних засобів для обробки ґрунту в багаторічних насадженнях.

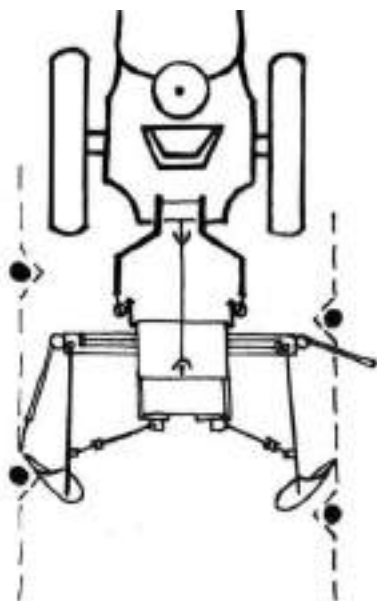


Рис 1. Схема пристрою Decavaillonneur «Skovema»

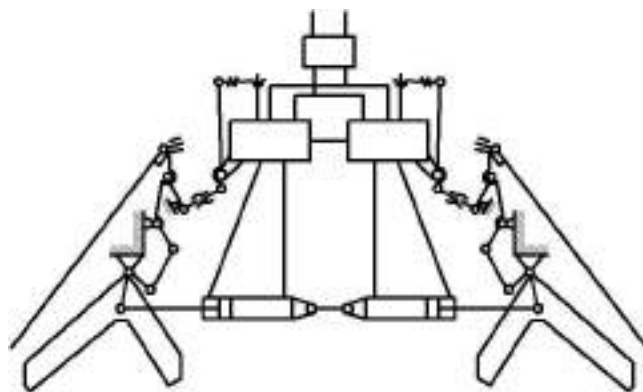


Рис 2. Схема пристосування ПРВН-72.000 для обробки ґрунту

У гідравлічних приводів так само є недоліки. Вони пов'язані з можливим

витоком робочої рідини, зміною властивостей робочих рідин при перегріванні і т.д. Перераховані недоліки не виявляють особливого впливу на функціональні переваги пристроїв з гідравлічними виконавчими механізмами.

До технічних засобів оснащеним гідравлічним пристроєм можна віднести культиватор садовий широкозахватний КСШ-5Б. Даний культиватор має наступні недоліки: погане підрізання бур'янистої рослинності, не якісне розпушування ґрунту в ряді плодкових насаджень при заході виконавчого механізму в ряд. Після обробки культиватором залишається більша неопрацьована зона навколо дерева.

До пристроїв з астатичним алгоритмом функціонування так само можна віднести знаряддя для обробки ґрунту по патентах №2450033 Франції й №336323 Німеччини. Астатичні пристрої, як і програмні не мають постійної взаємодії між щупом і робочим органом, а обмежуються тільки роботою гідроциліндра.

При роботі садових фрез також слід відмітити ряд недоліків: висока енергоємність процесу обробки ґрунту, низька продуктивність у виді невисокої швидкості МТА (1,21 км/ч), нагрівання робочої рідини в гідросистемі який приводить до тривалих простоїв агрегату. Також спостерігається неопрацьована зона навколо штамба дерева.

До гідравлічних слідкуючих пристроїв також можна віднести КЕС-5 (культиватор ешелонований садовий), пристрій для підрізання бур'янів у пристовбурних смугах плодкових дерев ПМП-0,6, культиватор Н-7 «Holder» (Німеччина).

Виклад основного матеріалу. Робочий орган запропонованого агрегату являє собою барабан з рівномірно розташованими по утворюючої голками, що здійснюють обертальне (у площині поперечного перерізу) і поступальне (по траєкторії обходу штамба) переміщення. Рух голки робочого органу відповідає процесу кочення умовного колеса по кривій, що представляє геометричне місце крапок його миттєвих центрів обертання.

Розглянемо рух крайньої крапки *A* голки безпривідного голчастого ротаційного робочого органу, що обертається у повздовжньо-вертикальній площині, що збігається з напрямком руху (Рис. 3).

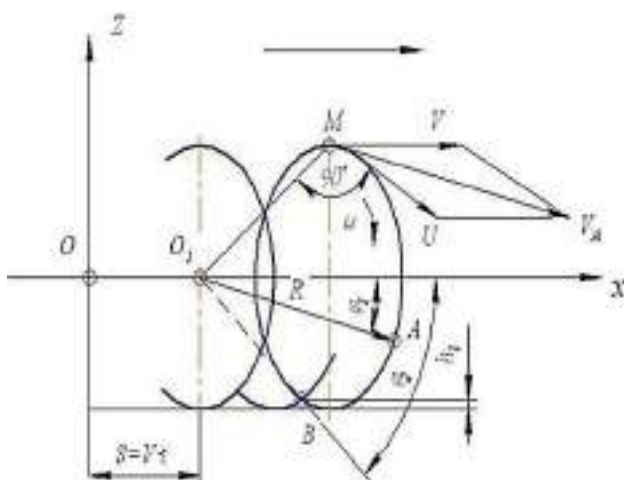


Рис 3. - Траєкторії руху точки *A*

Після початку руху через якийсь час t вісь робочого органа переміститься в положення O , пройшовши шлях $S = Vt$, а умовне колесо з голками повернеться на кут φ ($\varphi = \omega t$), де V - поступальна швидкість машини, а ω - кутова швидкість голчастого робочого органа. Ділянка траєкторії AB визначає зону відрізання ґрунтової стружки, а кути i - початок і кінець циклу різання.

Завдання, розв'язувані методами дослідження кінематики точки, можуть полягати у визначенні траєкторії, швидкості й прискорення крапки, у відшуканні часу, протягом якого крапка проходить той або інший шлях або відстані, прохідного за той або інший проміжок часу.

Перш ніж вирішувати кожне з такого роду завдань, треба встановити, за яким законом рухається точка M . Рівняння руху голки робочого органа можна представити у вигляді

$$\begin{cases} x = V \cdot t + R \cdot \cos(\omega t) \\ z = R \cdot \sin(\omega t) \end{cases} \quad (1)$$

де R - радіус голчастого барабана борони, м.

Траєкторія руху голки являє собою циклоїду. Геометрична форма циклоїди залежить від показника кінематичного режиму $\lambda = \frac{U}{V}$, де U - колова швидкість точки A ($U = \omega R$), V - поступальна швидкість машини, м/с.

Якщо $\lambda > 1$, то траєкторія крапки має форму подовженої циклоїди (епіциклоїди), якщо $\lambda < 1$, то циклоїда буде вкороченою (гіпоциклоїда), тобто вона не буде мати петлі.

Швидкість різання спрямована по дотичній до абсолютної траєкторії руху робочого органа

$$V_A = \sqrt{V_x^2 + V_z^2} \quad (2)$$

де V_A - абсолютна швидкість, м/с.

Проекції швидкості точки на координатні осі дорівнюють першим похідним від відповідних координат крапки за часом:

$$V_x = \frac{dx}{dt} = V - R \cdot \omega \cdot \sin(\omega \cdot t) = V - U \cdot \sin(\omega \cdot t) \quad (3)$$

$$V_z = \frac{dz}{dt} = R \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t) = U \cdot \cos(\omega \cdot t) \quad (4)$$

Модуль швидкості

$$\begin{aligned} V_A &= \sqrt{(V - U \cdot \sin(\omega \cdot t))^2 + (U \cdot \cos(\omega \cdot t))^2} \\ V_A &= \sqrt{V^2 - 2VU \sin(\omega \cdot t) + U^2 \sin^2(\omega \cdot t) + U^2 \cdot \cos^2(\omega \cdot t)} \\ V_A &= \sqrt{V^2 - 2VU \sin(\omega \cdot t) + U^2} \\ V_A &= \sqrt{V^2 - 2VV \lambda \sin(\omega \cdot t) + \lambda^2 V^2} \end{aligned} \quad (5)$$

Для визначення дотичного (тангенціального) і нормального прискорень крапки у випадку, коли рух заданий координатним способом, використовуємо

рівність:

$$V_A^2 = V_x^2 + V_z^2,$$

та продиференціюємо обидві його частини по t . Одержимо

$$2V_A \frac{dV_A}{dt} = 2V_x \frac{dV_x}{dt} + 2V_z \frac{dV_z}{dt} \quad (6)$$

Звідси, враховуючи що $\frac{dV_A}{dt} = a^r$, $\frac{dV_x}{dt} = a_x$, $\frac{dV_z}{dt} = a_z$,

Знаходимо остаточно тангенціальне прискорення

$$a^r = \frac{(V - U \cdot \sin(\omega t)) \cdot \frac{dV_x}{dt} + (U \cdot \cos(\omega t)) \cdot \frac{dV_z}{dt}}{V_A} \quad (7)$$

$$a_x = \frac{dV_x}{dt} = -U \cdot \omega \cdot \cos(\omega t) = -\lambda \cdot V \cdot \omega \cdot \cos(\omega t) \quad (8)$$

$$a_z = \frac{dV_z}{dt} = U \cdot \omega \cdot \sin(\omega t) = \omega^2 R \cdot \sin(\omega t) \quad (9)$$

Тоді

$$a^r = \frac{\omega^2 R (-\cos(\omega t))}{V \sqrt{1 - 2\lambda \sin(\omega t) + \lambda^2}} \quad (10)$$

$$a_A = \sqrt{\lambda^2 \cdot V^2 \cdot \omega^2 \cdot \cos^2(\omega t) + \omega^4 \cdot R^2 \cdot \sin^2(\omega t)},$$

$$a_A = \omega^2 \cdot R \quad (11)$$

Нормальна складова прискорення:

$$a^n = \omega^2 R \sqrt{1 - \frac{\cos^2(\omega t)}{1 - 2\lambda \sin(\omega t) + \lambda^2}} \quad (12)$$

Аналіз отриманої залежності (12) свідчать про значний вплив на кінематику ротаційного робочого органа параметрів голки, швидкості агрегату й глибини обробки ґрунту [11, 15].

Під дією сили ваги барабана голки поринають у ґрунт на глибину a . Відбувається деформування шару з поперечним перерізом у вигляді трапеції $ABCD$ (у першому наближенні) по лініях найменшого опору, у результаті виникають нормальні сили N_1 , N_2 (рисунок 2.3).

Під дією сили тяги P_T барабан з голками повертається навколо крапки D , внаслідок чого виникають сили тертя F_1 , F_2 , які приводять до відриву шару від масиву. У середині шару виникають нормальні σ та дотичні τ напруги. По теорії Мора, при розтяганні (відриві), викршування шару має місце за умови:

$$\tau = C_0 - \sigma \cdot \operatorname{tg}(\varphi), \quad (13)$$

де C_0 – зв'язність ґрунту, Н/м²;

σ – величина нормальних напруг, Н/м²;

τ – кут внутрішнього тертя ґрунту, град.

При стиску - при більшій нарузі

Теорія Мора встановлює взаємозв'язок між величинами напруг (дотичних τ , нормальних σ стиску й розтягу) з урахуванням кута внутрішнього тертя ґрунту φ . Відповідно до положень теорії Мора, руйнування починається при досягненні граничного значення напруги розтягання. Величина C_0 являє собою зв'язність (когезію) ґрунту, що характеризує кількість майданчиків контакту структурних агрегатів. З погляду фізики процесу, це пояснюється більш щільним укладанням структурних агрегатів і зменшенням пористості ґрунту при стисканні, у результаті чого збільшується фактична площа зрушення та зростають дотичні напруження. При розтяганні відбувається зменшення нормальних напруг. Водно-колоїдні зв'язки між частинками ґрунту в значно меншому ступені пручаються розтягання, ніж стискання. При стисканні зменшується товщина водних плівок між структурними агрегатами, збільшується площа контакту та руйнування зазнають не тільки зв'язки, але й самі агрегати, результатом чого є незадовільна якість викрїшування (велика кількість пилоподібних часток у комбінації з великими грудками).

Взаємодія робочих органів із ґрунтом у цьому випадку необхідно розглядати як процес деформування в'язко-пружної основи [138].

Модель Максвелла представляє ґрунт як в'язко-пружне середовище у вигляді послідовно з'єднаних пружин (твердості E) з демпфером (в'язкістю μ).

Для пружного елемента застосовується закон Гука, а для в'язкого - закон Ньютона.

Час релаксації T визначається по формулі:

$$T = \frac{\mu}{E} \quad (15)$$

Для моделі Максвелла [13]

$$\sigma + T\dot{\sigma} = \mu\epsilon \quad (16)$$

Розглядаючи взаємодії робочих органів із ґрунтом, необхідно враховувати не тільки пружність, але й в'язкість, тому необхідно знати закон розподілу напруг у в'язко - пружному матеріалі.

Відомо, що витрати енергії на обробку ґрунту пропорційні довжині дуги різання, обумовленою глибиною розпушування й радіусом ротаційного робочого органу.

Довжина дуги в 2α математично може бути виражена як частина окружності по кінцях голок у такий спосіб:

$$l_{AA'} = \pi R \frac{\alpha}{90} \quad (17)$$

Кут 2α визначає область, у якій голки занурені в ґрунт, α - глибина розпушування, R - радіус по кінцях голок ротаційного робочого органу.

З аналізу рис. 3 випливає

$$\cos(\alpha) = \frac{R - \alpha}{R}, \quad (18)$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{R - \alpha}{R}\right). \quad (19)$$

Підставивши отриманий вираз (19) у формулу (18), визначимо довжину дуги різання ротаційним робочим органом:

$$\cup AA' = \frac{\pi}{90} \cdot R \cdot \arccos\left(\frac{R - \alpha}{R}\right) \quad (20)$$

З аналізу формули (20) випливає, що зі збільшенням глибини й радіуса робочого органа довжина дуги різання збільшується, отже, зростають витрати енергії на обробку ґрунту.

Параметри ротаційної борони впливають не тільки на енергетичні, але й на якісні показники технологічного процесу поверхневої обробки ґрунту. Якість розпушування залежить від часу контакту голки ротаційної борони із ґрунтом. Голка перебуває в контакті із ґрунтом від її зіткнення (точка A на рис. 2.4) до повного виходу (точка A'), тобто поки барабан повернеться на кут 2α .

Таким чином, час контакту голки із ґрунтом:

$$t = \frac{\cup AA'}{V} \quad (21)$$

де V - поступальна швидкість машини, м/с.

Збільшення швидкості руху агрегату приводить до зменшення часу контакту голок із ґрунтом, що впливає з аналізу виразу.

Зі збільшенням швидкості агрегату змінюється характер взаємодії голки із ґрунтом, який стає коливальним з більш високою частотою, тобто вібраційним ударного впливу. При цьому час контакту голки із ґрунтом може стати менше тривалості релаксації напруг. У цьому випадку ґрунт, під дією потенційної енергії пружних деформацій, лише частково й нерівномірно відновлює рівноважний стан вирівнюванням напруг за час контакту з голкою ротаційної борони, а оброблене тло характеризується підвищеною пухкістю та гребнистістю. Для вирівнювання тіла потрібні додаткові витрати енергії. Таким чином, повинна дотримуватись умова:

$$t \geq T \quad (22)$$

де T - час релаксації ґрунту, с.

Підставимо у формулу (23) вираз (15) для визначення часу релаксації ґрунту:

$$t \geq \frac{\mu}{E} \quad (23)$$

Об'єднавши формули (21) і (23), одержимо умову (24) для вибору параметрів і режимів функціонування ротаційної борони, що забезпечує виконання якісних показників технологічного процесу поверхневої обробки ґрунту при мінімальних витратах енергії:

$$\frac{\pi}{90 \cdot V} \cdot R \cdot \arccos\left(\frac{R - \alpha}{R}\right) \geq \frac{\mu}{E} \quad (24)$$

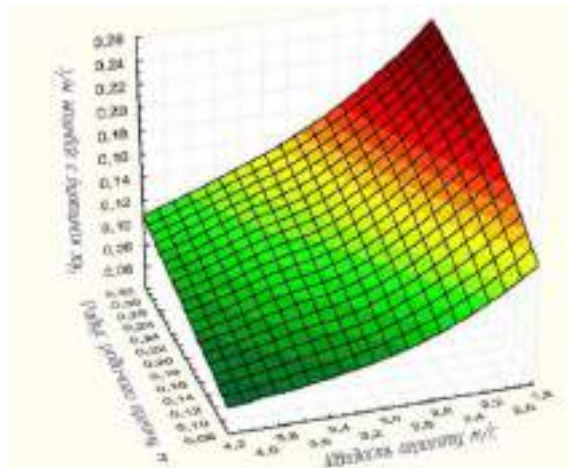


Рис 4. Графік часу контакту голки із ґрунтом

Вираз (24) розкриває взаємозв'язок параметрів і режимів функціонування ротаційної борони з реологічними властивостями ґрунту (релаксація напруг шару).

Оскільки зі збільшенням діаметра голчастого диска зростають витрати енергії на поверхневу обробку ґрунту (подовжується дуга різання), а зменшення швидкості приводить до зниження продуктивності агрегату, вибираємо $D = 0,15-0,35$ м, $V = 2,0-3,0$ м/с для польових умов функціонування.

Висновки: Отримані закономірності, що розкривають взаємозв'язок параметрів і режимів функціонування ротаційної борони з фізико-механічними та реологічними властивостями ґрунту.

На підставі аналізу процесу деформування в'язко-пружного шару з використанням функції релаксації отримане раціональне співвідношення параметрів і режимів функціонування ротаційної борони, що забезпечує виконання якісних показників технологічного процесу поверхневої обробки ґрунту при мінімальних витратах енергії.

Аналіз отриманих закономірностей свідчить про значний вплив на кінематику ротаційної борони параметрів голки.

Список використаної літератури

1. Ivanov M.I., Rutkevych V.S., Kolisnyk O.M., Lisovoy I.O. Research on the block-portion separator parameters influence on the adjustment range of operating elements speed. *INMATEH - Agricultural Engineering*. 2019. Vol. 57/1. P. 37–44.
2. Іванов М.І., Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Гідравліка: навч. посіб. Вінниця: 2019. 222 с.
3. Іванов М.І., Шаргородський С.А., Руткевич В.С. Підвищення експлуатаційної ефективності блочно-порційного вивантажувача консервованих кормів шляхом гідрофікації привода робочих органів. *Промислова гідравліка і пневматика*. 2013. №1(39). С. 91–96.
4. Іскович-лотоцький Р.Д., Зелінська О.В., Веселовська Н.Р., Веселовський Я.П. Оцінювання ефективності функціонування технологічного комплексу з

використанням системного підходу. *Техніка енергетика транспорт АПК*. 2017. №2. С. 109–114.

5. Калетнік Г.М., Чаусов М.Г., Швайко В.М., Пришляк В.М. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість. Ч.ІІІ: Підручник. Київ.: «Хай-Тек-Прес», 2013. 528 с.

6. Руткевич В.С. Адаптивний гідравлічний привод блочно-порційного відокремлювача консервованого корму. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2017. №4(99) . С. 108–113.

7. Середа Л.П., В.С. Руткевич, М.В. Зінев. Study of the mathematical model of hydraulic drives segment-finger mower unit. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018 №1(100). С. 111–123.

В'ячеслав БАЗАЛИЦЬКИЙ²,

Студент 4 курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОНТУРНОЇ ОБРІЗКИ КРОН ПЛОДОВИХ ДЕРЕВ

Анотація. Розглядається проблема механізації однієї з найбільш трудовитратних операцій в сучасному садівництві, а саме операції обрізки плодкових дерев в сучасних умовах вирощування, за рахунок розробки та обґрунтування параметрів технічного засобу для контурної обрізки дерев навісною машиною з дисковими ріжучими робочими органами.

Обґрунтовано конструктивно-технологічні параметри машини для контурної обрізки крон плодкових дерев, зокрема обґрунтовано робочий орган дискового типу, проведено обґрунтування параметрів системи приводу дискового ріжучого апарату.

Ключові слова: плодове насадження, дискова пилка, контурна обрізка, дисковий робочий орган, начіпний агрегат, гілки, гідропривод, насос, гідромотор.

Annotation. The problem of mechanization of one of the most labor-intensive operations in modern horticulture, namely the operation of pruning fruit trees in modern growing conditions, is considered, due to the development and justification of the parameters of a technical tool for contour pruning of trees with a mounted machine with disk cutting working bodies.

The structural and technological parameters of the machine for contour pruning

²Науковий керівник: Руткевич В.С. к.т.н., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

of fruit tree crowns were substantiated, in particular, the disk-type working body was substantiated, the parameters of the drive system of the disk working bodies were substantiated.

Key words: *fruit plantations, disc saw, contour pruning, disc working body, attached unit, branches, hydraulic drive, pump, hydraulic motor.*

Вступ. Важливе місце в збільшенні виробництва плодів займає механізація трудомістких процесів, до яких відноситься обрізка дерев. На її частку припадає 24,4 % всіх трудових витрат, що обумовлено значним переважанням при її виконанні ручної праці [1].

Значна частина плодкових насаджень в Україні проростає на схилових землях, особливо актуальним це є для західних регіонів України. Наявні в реальний час машини для контурної обрізки плодкових дерев малоефективні при їх використанні в умовах похилих земель, в зв'язку з їх конструктивними особливостями, що не враховують специфіку такого садівництва. У зв'язку з цим, вельми актуальним є розробка та обґрунтування основних параметрів машини для контурної обрізки плодкових дерев в умовах сучаного садівництва.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що вперше розроблено принципова конструктивна схема нової машини для контурної обрізки плодкових дерев в умовах сучаного садівництва, вирішена задача оптимізації основних параметрів контурного обрізувача з дисковим ріжучим апаратом, досліджені деякі фізико-технологічні властивості гілок плодкових дерев, розроблена принципова схема гідроприводу контурного обрізувача.

Виклад основного матеріалу. Застосовувані за кордоном машини для контурної обрізки переважно одностороннього типу, але двох варіантів: перший – для бічної обрізки одного напівряду дерев з переналагодженням робочого органу на зниження висоти крони; і другий – для одночасного виконання односторонньої бічної і низької обрізки (кутового типу) [1-3].

Відома універсальна машина для контурної обрізки дерев з симетричним розташуванням робочих органів (МКО-3) з двома переналагоджуваними в горизонтальне і вертикальне положення ріжучими органами, які виконують бічну обрізку двох напіврядів (з регулюванням ширини прорізуваного коридору), а в іншому кінематичному положенні - зниження висоти крон двох рядів дерев (з регулюванням висоти обрізки) має ряд недоліків, що обмежують використання машини в умовах схилового і передгірного садівництва: неможливість роботи в садах на схилах, незадовільне забезпечення виконання технологічного процесу в садах контурного садіння, нестійкість руху при роботі на м'якому або мокрому ґрунті, на схилах, незабезпечення вимог безпеки праці [3]. Таким чином, найбільш перспективним і більш продуктивним в умовах схилового та передгірного садівництва є машина з одностороннім розташуванням ріжучого апарату.

На підставі вищевикладеного матеріалу можна констатувати: є нагальна необхідність у створенні контурного обрізувача, що дозволив би, проводити механізовану контурну обрізку плодкових дерев з досить високою ефективністю

в умовах схилового та передгірного садівництва, забезпечуючи при цьому високу якість зрізу.

Крім усього іншого накладаються певні обмеження по жорсткості конструкції контурного обрізувача, необхідність якої диктуються виробничими умовами виконання робіт в садах. Особливі вимоги в цих умовах, ставляться також до величини виносу ріжучого апарату, яка, в свою чергу, визначається формою і розмірами крони [3, 4].

Виходячи з цього була розроблена принципова схема машини для контурної обрізки плодкових дерев (рис. 1). Контурний обрізувач включає в себе стійку 1, на якій встановлено ріжучий апарат. Ріжучий апарат являє собою три з'єднані між собою (вертикальна 4, похила 3 і рухома 2) секції. На секціях закріплені дискові пилки 5. Вертикальна 4 і похила 3 секції прикріплені до кронштейну і одночасно до гідроциліндра 7. Крім того обидві секції з'єднані через кронштейн зі стійкою 1 шарнірно, причому, вертикальна секція 4 з'єднується з транспортним засобом за допомогою гідроциліндра 6. Положення рухомої секції 2, призначеної для обмеження висоти дерев, регулюється за допомоги гідроциліндра 8, причому корпус гідроциліндра з'єднаний з похилою секцією через кронштейн. Протиріжучі пластини 9 з поздовжніми відкритими пазами, виконані з західною частиною, розташовані з боку зрізаних гілок. При цьому, ширина робочої частини пазів 15-20 мм, а пластини 9 встановлені з можливістю зворотно-поступального руху.

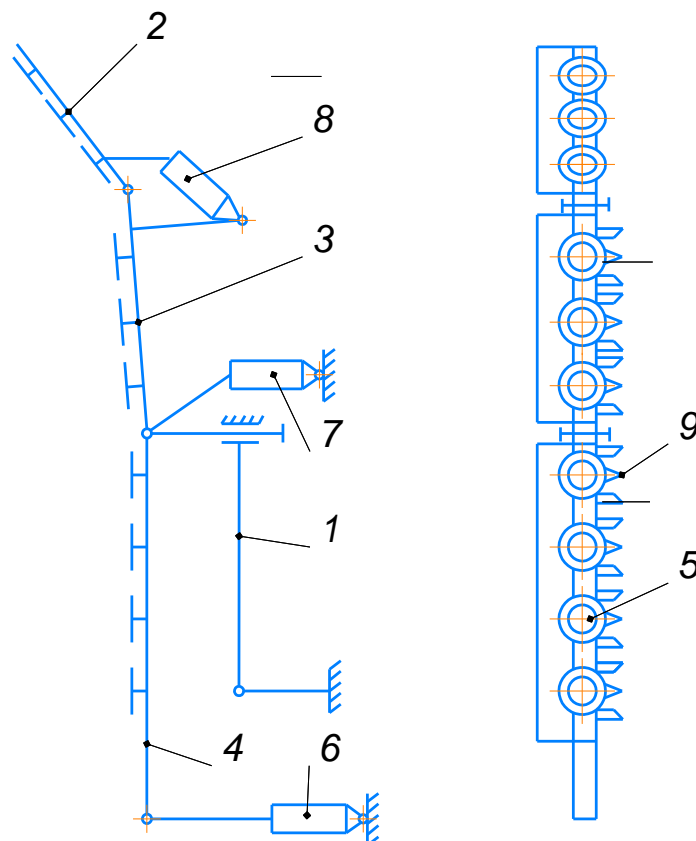


Рис1. Принципова схема контурного обрізувача: 1 – стійка, 2 – рухома секція, 3 – похила секція, 4 – вертикальна секція, 5 – дискова пила, 6, 7, 8 – гідроциліндри, 9 – протиріжучі пластини, 10 – захисна огорожа. Джерело: розроблено автором

Крім того, в конструкції контурного обрізувача передбачено захисну огорожу 10, призначену для виключення взаємного пошкодження приводу ріжучого апарату і гілок плодового дерева.

Принцип роботи контурного обрізувача наступний. Перед початком обрізки встановлюють необхідний кут атаки ріжучих елементів 5, висоту і ширину обрізки шляхом зміни положення секцій 2, 3, 4 ріжучого апарату за допомогою гідроциліндрів 6, 7, 8. Після чого проводять обрізку. Гілки великого діаметра, не проникають в пази, віджимають в протилежну сторону до пластини 9, до тих пір, поки гілка не буде перепиляна. Це забезпечує зменшення швидкості врізання пилки 5 в тіло гілки, так як гілка під тиском протиріжучої пластини 9 відгинається у напрямку руху базового трактора і тим самим зменшується відносна швидкість їх взаємопереміщення, що сприяє нормальному режиму різання при високій швидкості машини, розрахованої на зріз тонких гілок. Крім того, відігнута гілка легше піддається спилюванню, так як не відбувається заклинювання пилки і пила ріже попередньо розтягнуті волокна гілок, що є значно менше енергоємним процесом.

Широке використання гідроприводу в даний час є загальною тенденцією розвитку конструкцій сільськогосподарських, меліоративних, будівельних та інших мобільних машин [5]. Така популярність гідроприводу пояснюється значними перевагами, а саме його використання значно спрощує конструкцію машини, дозволяючи уникнути використання складних механічних передач. Крім того використання гідроприводу дає широкий простір для варіювання компоновальних схем машини, дозволяючи найвигіднішим чином пристосувати її (схему) до умов і характеру виконуваного машиною технологічного процесу, оперативно проводити технологічні регулювання, впроваджувати різні системи автоматичного регулювання (САР) машини [5-7].

При виборі гідроприводу до машин для контурної обрізки плодкових дерев для умов сучасного садівництва необхідно врахувати технічні вимоги, що ставляться до них. Безпека конструкції гідроприводів і їх елементів забезпечується правильним вибором принципової схеми і безпечних елементів конструкцій, виконанням ергономічних вимог, застосування в конструкції засобів захисту і т.д. загальні вимоги безпеки до конструкції гідроприводів встановлені ГОСТом 12.2.040-79.

Таким чином, керуючись перерахованими вище вимогами, що висуваються до гідроприводу, на підставі вищевикладеного матеріалу була розроблена принципова схема гідроприводу ріжучого апарату машини для контурної обрізки плодкових дерев в умовах сучасного садівництва (рис. 2) та розроблено її структурну схему (рис. 3).

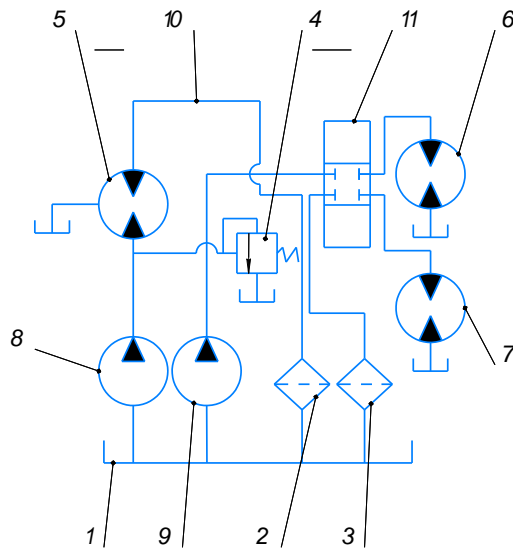


Рис 2. Принципова гідравлічна схема контурного обрізувача:
1 – гідробак, 2, 3 – фільтри, 4 – запобіжний клапан, 5,6,7 – шестеренні гідромотори ГМШ-32, 8, 9 – гідронасоси НШ 50А-3, 10 – нагнітальна магістраль, 11 – гідророзподільник. Джерело: розроблено автором.

Гідравлічний привод контурного обрізувача гілок плодкових дерев містить гідробак 1, два шестеренних гідронасоса НШ-50А-3 (позиції 8, 9 на рис. 2), очисні фільтри 2,3, нагнітальну магістраль 10, запобіжний клапан 4, три шестеренних гідромотори ГМШ-32, гідравлічний розподільник 11.

Принцип роботи: робоча рідина з бака 1 за допомогою шестеренних насосів 8, 9, подається по нагнітальній магістралі до золотникового гідророзподільника 11, що розподіляє робочу рідину між виконавчими гідродвигунами 5, 6, 7. Гідравлічні насоси приводяться в обертання від ВВП трактора через підвищувальний редуктор (мультиплікатор).

Підбір та визначення основних параметрів гідромоторів, гідронасосів і гідроапаратури проводили за загальновідомими методиками [5-7].

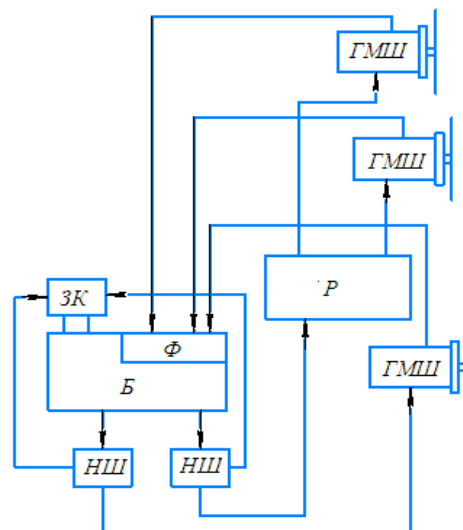


Рис 3. Структурна схема гідроприводу контурного обрізувача:
НШ – насос шестеренний, Р – гідророзподільник, ГМШ – гідромотор шестеренний, Ф – фільтр, ЗК – запобіжний клапан, Б – гідробак. Джерело: розроблено автором

Враховуючи загальні тенденції розвитку гідравлічного привода, використання гідроприводу робочих органів машин для контурної обрізки створює практично необмежені можливості для варіювання компоновання машин, що дає можливість нерідко отримувати принципово нові властивості машини, спрощує конструкцію, знижує масу машини і її вартість, підвищує продуктивність і ефективність (технологічну і економічну) агрегату.

Висновки. Обмеження розмірів дерев методом обрізки отримало першочергове завдання і стало одним з важливих прийомів в технології обробітку садів у всіх садівничих зонах. Аналіз існуючих технологій і видів обрізки плодкових дерев показав, що найбільш перспективною і економічно доцільною є контурна обрізка за допомогою високопродуктивних машин.

Існуючі машини для контурної обрізки плодкових дерев не забезпечують високих експлуатаційно-технологічних показників при їх застосуванні в садах розташованих на схилах в високопродуктивних садах загущеного типу.

Розроблена раціональна схема обрізувача гілок в умовах інтенсивного садівництва. При цьому передбачено бічне розміщення секцій ріжучих апаратів і гідропривід робочих органів. Як ріжучий робочий орган доцільно застосовувати дискові пилки.

Список використаної літератури.

1. Власова О. Осіннє обрізування плодкових дерев. *Агробізнес сьогодні*. 2015. № 19. С. 38–39.
2. Rutkevych V.S. Development of mulchers branch of fruit trees between the rows of an intensive garden. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018. № 3 (102). С. 22–27.
3. Войтюк Д.Г., Барановський М.В., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.
4. Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: Твори, 2019. 234 с.
5. 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.
6. Іванов М.І., Шаргородський С.А., Руткевич В.С. Підвищення експлуатаційної ефективності блочно-порційного вивантажувача консервованих кормів шляхом гідрофікації привода робочих органів. *Промислова гідравліка і пневматика*. 2013. № 1 (39). С. 91–96.
7. Іванов М.І., Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Гідравліка: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2019. 222 с.

Владислав ЮЗЬКО³,
Студент 3 курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ УТИЛІЗАЦІЇ ОПАЛОГО ЛИСТЯ: АНАЛІЗ, ТЕХНОЛОГІЇ, ПЕРСПЕКТИВИ

***Анотація.** Утилізація опалого листя представляє собою складну технологічну проблему, яку часто вирішують шляхом застосування простого, але екологічно шкідливого методу – спалювання. У міських областях вивезення опалого листя на майданчики для накопичення або на звалища побутових відходів є поширеним способом утилізації, але такий підхід вимагає великих матеріальних ресурсів.*

Ця робота приділяє увагу вирішенню даної проблеми, аналізуючи фізико-механічні та технологічні властивості опалого листя як предмету праці, розглядаючи конструкції подрібнюючих пристроїв і визначаючи переваги та недоліки існуючих машин.

Ключові слова: опале листя, подрібнення, компостування, переробка, роторний подрібнювач.

***Annotation.** The disposal of fallen leaves is a complex technological problem, which is often solved by using a simple, but environmentally harmful method - burning. In urban areas, the removal of fallen leaves to storage areas or landfills is a common method of disposal, but this approach requires large material resources.*

This work pays attention to the solution of this problem, analyzing the physical, mechanical and technological properties of fallen leaves as an object of labor, considering the design of shredding devices and determining the advantages and disadvantages of existing machines.

Key words: fallen leaves, crushing, composting, processing, rotary shredder.

Вступ. Сучасний світ стикається зі значною кількістю глобальних проблем, серед яких однією з найбільш критичних є питання забруднення навколишнього середовища, зокрема атмосфери. Зусилля щодо зменшення забруднення повітря часто супроводжуються ініціативами з посилення зелених насаджень [1-4]. Проте, разом з цим, збільшується потреба у витратах на комунальні роботи з догляду за деревами. В осінній період виникає ще одна проблема - утилізація опалого листя та дрібних гілок. Опале листя стає джерелом значної кількості токсичних речовин, тоді як в природних умовах воно служить джерелом поживних речовин для дерев.

Сучасно існують два основних методи утилізації опалого листя в міських областях: компостування та спалювання.

Спалювання листя призводить до підвищення небезпеки пожеж,

³Науковий керівник: Телятник І.А. асистент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

збільшення концентрації токсинів в атмосфері, і порушує закон, що може власникам дерев призначати штрафи.

Компостування є трудомістким процесом, вимагає додаткової площі для накопичення та компостування. Однак його перевагою є можливість використання отриманого компосту для потреб рослинництва.

Ще одним сучасним методом утилізації опалого листя міських дерев є його переробка на екопапір [1-4].

Актуальність дослідження полягає в тому, що переробка опалого листя може стати важливим кроком у забезпеченні ґрунту необхідними мінеральними елементами, такими як кальцій, магній, калій і фосфор. Крім того, листя містить спори корисних грибів та мікроорганізмів, що сприяють підвищенню природної родючості ґрунту.

Проблема утилізації опалого листя вимагає застосування новітніх методів та технологій, які дозволять ефективно використовувати листя без шкоди для навколишнього середовища. Актуальність цієї теми полягає в поліпшенні екологічної ситуації та створенні ефективних способів утилізації опалого листя у майбутньому.

Виклад основного матеріалу. Сучасність ставить перед нами виклик у вирішенні проблеми опалого листя восени, яка є завданням не тільки ресурсомістким, але й трудовитратним. У містах утилізація листя відрізняється від процесу в сільській місцевості, де листя часто природним чином залишається під деревами, сприяючи природньому процесу утилізації. Органіка, утворена внаслідок цього процесу, слугує живильним матеріалом для черв'яків і сприяє покращенню структури ґрунту [2-5].

Існують чотири методи утилізації опалого листя, які не включають його спалювання:

1. Переробка на біопаливо: Листя може бути піддане переробці для виробництва біопалива, що становить екологічно чистий альтернативний джерело енергії.

2. Збір та вивезення в місця накопичення: Листя може бути зібране та вивезене на спеціальні майданчики для накопичення, де проводиться його подальша утилізація.

3. Не прибирати листя: Як альтернатива, можна не прибирати листя, дозволяючи йому опадати природним чином та сприяючи процесу природної утилізації.

4. Згрібати та компостувати: Листя може бути зібране та використане для створення компосту, який подальше можна використовувати для покращення ґрунтової якості.

Будь-яка обрана технологія утилізації листя (за винятком спалювання) передбачає проведення кількох етапів: збір листя в парках та скверах населених пунктів; транспортування листя до місця накопичення; подрібнення листя, що є актуальною операцією для технологій компостування та переробки на папір; а також вторинна переробка, що може включати компостування або переробку на папір [2, 3].

Процес технологічного збору та подрібнення рослинних залишків у парках і лісопарках має свої особливості. Відповідно до агротехнічних вимог, обов'язково враховується відсутність пошкодження дернового шару та трав'яного покриву газонів. Висуваються конкретні вимоги до робочого обладнання, такого як роторні граблі для підбору та роторний подрібнюючий орган, щоб відповідати встановленим стандартам.

Фізико-механічні і технологічні характеристики матеріалу є основою для розробки будь-якого технічного пристрою, який має взаємодіяти з цим матеріалом, включаючи опале листя. Дані про такі фізико-механічні властивості, як волога, щільність, товщина шару, міцність на розрив, наявність домішок, дозволяють ефективно вибирати режими експлуатації, розраховувати продуктивність і визначати характеристики міцності елементів конструкції [2, 3].

При проектуванні пристроїв для збирання листя, ключовим параметром є їхні габаритні розміри, оскільки вони можуть змінюватися в широкому діапазоні, що вимагає певних вимог до конструкції збирального пристрою. У випадку подрібнювача, головними параметрами є не лише розмір, але й міцність на розрив та вологість.

Роторні подрібнювальні робочі органи широко використовуються в сільськогосподарських, дорожніх і лісогосподарських машинах, а також в машинах для виробництва кормів. Вони відрізняються тим, що обертаються при контакті з робочим матеріалом, що підвищує їхню ефективність у розрізанні та подрібненні матеріалу.

Сьогодні ротори класифікуються за розташуванням осі обертання за наступною схемою [3]:

Горизонтально-поперечний: обертання робочого органу розташована горизонтально та перпендикулярно до напрямку руху.

Поздовжній: обертання робочого органу спрямована вздовж напрямку руху.

Вертикальне: обертання робочого органу розташована вертикально.

Повернене: обертання робочого органу повернута в протилежному напрямку.

Поперечно-нахилене: обертання робочого органу розташована під кутом до вертикалі та перпендикулярно до напрямку руху.

Поздовжньо-нахилене: обертання робочого органу розташована під кутом до горизонталі та паралельно до напрямку руху.

Повернене і нахилене: обертання робочого органу одночасно повернута та нахилена відносно основного напрямку руху.

Така класифікація охоплює всю різноманітність можливих розташувань осі обертання робочого органу в просторі, спрощуючи систематизацію теорії. Важливо зазначити, що рух точок робочих органів з однаковим розташуванням осі обертання в просторі описується однаковими рівняннями [3].

Елементи подрібнювача, що прямо взаємодіють з матеріалом, кріпляться до основи (ротора або барабану) нерухомо, шарнірно або за допомогою пружин. Нерухомі кріплення (наприклад, болтові або клинові) широко використовуються

в дискових та барабанних подрібнювачах.

Дискові подрібнювальні апарати є одним з типів плоских ріжучих апаратів (рис. 1) [3]. Останні широко застосовуються в сільському господарстві та садівництві.



Рис 1. Дисковий подрібнюючий апарат з горизонтальним розміщенням подрібнюючих роторів КС-3А.

Плосконожові подрібнювальні барабани отримали широке поширення в кормозбиральних комбайнах [3, 4]. Однак серед недоліків цих подрібнювачів можна відзначити їхню вразливість до пошкоджень від твердих предметів (наприклад, каміння), які потрапляють в робочу камеру, а також необхідність використання додаткових допоміжних пристроїв (наприклад, рекатири).

Роторні робочі органи (рис.2) з шарнірним закріпленням подрібнюючих елементів широко застосовуються в кормозбиральних машинах для косіння дикорослої маси, бур'янів, заготовки зеленої маси, а також в лісгосподарських мульчувачах, газонкосарках, дорожніх машинах, садових косарках [3, 4] та інших пристроях.

Однією з особливостей таких робочих органів є використання інерційного підпору при подрібненні біомаси.



Рис 2. Роторний мульчувач HUMUS.

Ще однією особливістю є те, що елементи для подрібнення прикріплюються шарнірно до ротора, зазвичай з можливістю горизонтального

обертання. У моделях з подвійним подрібненням встановлюються елементи з ріжучою кромкою на бічній поверхні. Зазвичай вони здійснюють як поперечне, так і поздовжнє подрібнення (рис. 3) [3, 4].

У кормозбиральних комбайнах від компанії Wilder подрібнюючі елементи прикріплюються до валу за допомогою спеціальних штанг з конічними втулками (рис. 3).

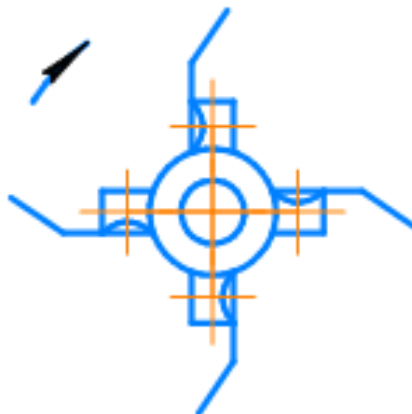


Рис 3. Подрібнюючі елементи кормозбирального комбайна фірми Wilder.

Отримання високих показників технічного рівня і ефективності розроблених або модернізованих подрібнювачів на сучасному етапі науково-технічного розвитку можливе лише через ретельні теоретико-експериментальні дослідження [3, 4]. Тільки в такий спосіб можна обґрунтувати кінематичні та конструктивні параметри робочих органів і режими їх функціонування.

Емпіричні методи розробки переважно використовуються на початкових етапах створення технічних пристроїв, проте у подальшому вони базуються переважно на теорії. Також важливо враховувати специфіку роботи машин з використанням вказаних робочих органів, зокрема, сезонність, яка обмежує проведення досліджень. Тому зростає значення лабораторних експериментів.

До цього часу застосовуються класичні методи розрахунку і конструювання окремих елементів подрібнювачів, що базуються на використанні коефіцієнта запасу міцності, але не враховують природу навантажень під час подрібнення [3, 4].

Швидкий науково-технічний прогрес накладає високі вимоги щодо термінів розробки машин, але складність об'єктів проектування призводить до їх збільшення. Багато проектних рішень все ще здійснюються інтуїтивно, що часто веде до помилок, які потребують значних витрат для виправлення.

Проблема вибору та обґрунтування критеріїв ефективності при створенні сільськогосподарських та лісогосподарських машин залишається невирішеною.

Існуючі методи оптимізації можна класифікувати в наступні групи:

1. Метод класичного варіаційного числення: використовується при відсутності обмежень на керуючі параметри оптимізації. Спрямований на знаходження мінімуму функціоналу [4-6].

2. Принцип максимуму Понтрягіна: варіаційний принцип пошуку мінімуму функціоналу з початковими обмеженнями. Дає єдине рішення при

обмеженнях на керовані параметри, але може порушуватися єдність розв'язку при фазових обмеженнях [4-6].

3. Принцип оптимальності Беллмана: застосовує покрокову оптимізацію [6].

4. Методи нелінійного та лінійного програмування: використовуються для оптимізації з урахуванням різних видів обмежень [4-6].

Незважаючи на загальну постановку завдань оптимізації проектних параметрів, існують істотні відмінності між ними, які переважно пояснюються функціональним призначенням проєктованих технічних пристроїв [4-6].

Результати досліджень технологічних властивостей опалого листя наведені в таблицях 1 і 2.

Таблиця 1

Технологічні властивості шару опалого листя (рік проведення дослідження 2020)

Щільність, кг/м ³	Вологість, %	Потужність шару, кг/м ²
96	65	6,2

Аналіз проведених вимірювань вказує на те, що процес збирання опалого листя відрізняється значними коливаннями та широким діапазоном технологічних властивостей шару листя, що значно впливає на працездатність машин [5]. Слід відзначити також коливання середніх значень потужності обробки поверхні шару по довжині (шляху), де значення змінюються в межах від 0,8 до 2,9 кг/м².

Таблиця 2

Технологічні параметри опалого листя (Вологість 80 %)

Порода дерева	Площа листа мм ²	Маса, г	Середній діаметр, мм
Клен	2100	1,25	88
Дуб	1800	0,87	62
Тополя	1700	0,62	55
Береза	1650	0,65	65
Вільха	1650	0,65	65

Дослідження показали, що технологічні властивості шару опалого листя не лише не значно залежать від породи дерева, але істотно визначаються густотою насаджень і природно-кліматичними умовами. Наприклад, вологості та щільності листя спостерігаються значні варіації в залежності від товщини шару, яка також впливає на процес збирання (див. рисунки 5 і 6) [5,6].

Аналіз результатів досліджень фізико-механічних і технологічних властивостей опалого листя дозволяє оцінити, як впливають вхідні фактори на робочі органи машин, що взаємодіють з цим специфічним матеріалом. Це важливо для удосконалення дизайну та функціональності сільськогосподарських і лісогосподарських машин, що використовуються для обробки опалого листя.

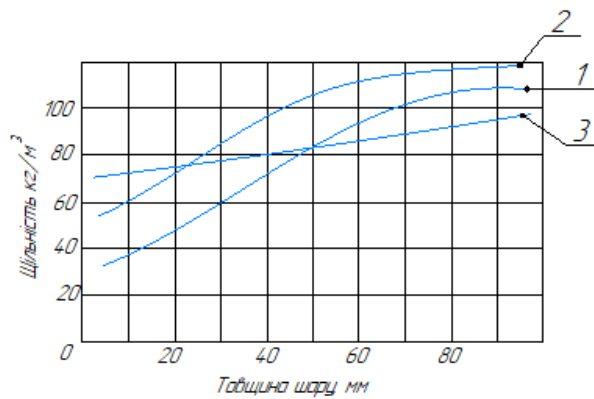


Рис 5. Графік залежності середніх значень щільності листя від товщини шару:
1 – для клена, 2 – для дубу, 3 – для хвойних порід.

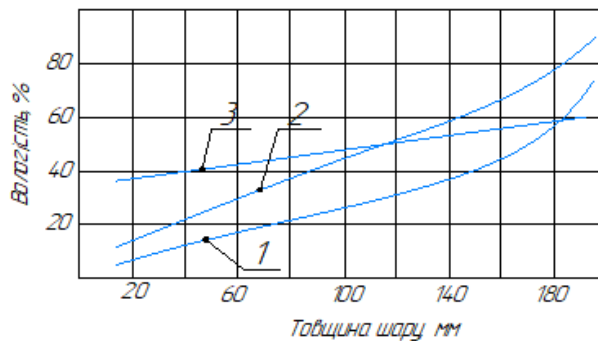


Рис 6. Графік залежності середніх значень вологості листя від товщини шару:
1 – клена, 2 – дубу, 3 – хвойних порід.

Якість подрібнення рослинного матеріалу є основною характеристикою функціонування робочих органів подрібнювачів. Вимоги до якості подрібнення сільськогосподарських матеріалів впливають з потреби забезпечити нормальний хід процесу консервування (сушіння) та ефективно використовувати об'єм бункерів і транспортних засобів, оскільки подрібнення сприяє збільшенню щільності.

Проте ступінь подрібнення цих матеріалів переважно обмежується агротехнікою приготування кормів [5,6]. Витрати енергії на подрібнення значно залежать від ступеня подрібнення, який потрібно регулювати в межах доцільного. Суворі вимоги до ступеня подрібнення можуть призвести не лише до збільшення споживання енергії, а й до складнощів з робочими органами, підвищення металоємності, оскільки вони розраховані на максимально важкі умови експлуатації.

Забрудненість та засміченість рослинних залишків ґрунтом та сторонніми предметами - важливий агротехнічний показник. Великі сторонні предмети, як каміння або шматки бетону, можуть призвести до поломки машин. У міських умовах, де є багато пластикових та поліетиленових відходів, це потрібно враховувати, особливо при використанні залишків для кормовиробництва.

При збиранні рослинних залишків у парках та на газонах, рівень забрудненості залежить від ступеня забрудненості поверхні. Для вимірювання забрудненості використовують точні методи, такі як визначення вмісту золи.

Наприклад, наша оцінка забрудненості опалого листя в Ботанічному саду м. Вінниці показала забрудненість на рівні 5% ($\sigma=40\%$), що перевищує допустимі норми для кормової рослинної маси. Це означає, що перед використанням залишків для кормовиробництва потрібна додаткова обробка та очищення.

Підбираючий робочий орган майже не впливає на рівень забрудненості при спільному функціонуванні з подрібнюючим робочим органом.

Висновки. Збільшення кількості зелених насаджень призводить до збільшення витрат на комунальні роботи з догляду за деревами. Осінню виникає проблема утилізації опалого листя та тонких гілок. Спалювання листя підвищує ризик пожеж, збільшує концентрацію токсинів у повітрі і порушує закон, за що передбачено штрафи.

Вдихання чадного газу під час спалювання може спричинити головний біль, втрату свідомості та загострення респіраторних захворювань. У димі опалого листя містяться оксид азоту, вуглецю, чадний газ та сполуки важких металів. Тліючі рослини без доступу повітря утворюють бензопірен, речовину, здатну викликати рак.

Технологічний процес збору та подрібнення рослинних залишків у парках і лісопарках має особливості. Необхідно уникати пошкоджень дернового шару і трав'яного покриву газонів. Для цього використовуються роторні граблі та подрібнюючі роторні робочі органи.

Роторний робочий орган з шарнірно закріпленими подрібнюючими елементами є конструктивно складним, але ефективним агрегатом. Він виконує найбільш енергоємну технологічну операцію. Перевагами цього робочого органу є простота виготовлення, зміни і заточки подрібнюючих елементів, а також їх повна взаємозамінність.

Список використаних джерел

1. Рівень забруднення атмосферного повітря у місті Вінниця. веб-сайт. URL: <https://www.saveecobot.com/maps/vinnitsia> (дата звернення: 10.03.2024).
2. Використання та утилізація опалого листя. веб-сайт. URL: <https://khntusg.com.ua/vikoristannja-ta-utilizacija-opalogolistja/> (дата звернення: 14.09.2021).
3. Кондратюк Д.Г., В.П. Комаха. Визначення основних параметрів різального апарата ротаційної косарки. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3 (110). С. 77-85.
4. Сарана В.В. Обґрунтування основних параметрів подрібнювача гілок ущільненого саду: дис. ... к. т. н.: 05.05.11/ Київ. 2006. 194 с.
5. Боков В. М., Попова М. І., Лисенко Р. С. Використання осіннього листя для виготовлення альтернативних видів палива. *Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація*. 2013. Вип. 26. С. 231-241.
6. Теоретична механіка: навч. посіб. / В. М. Булгаков, Г. М. Калетнік, І. Є. Кравченко та ін. / за ред. В. М. Булгакова, С. І. Кучеренка. Київ: Хай-ТекПрес, 2011. 608 с.

Дарина ПАВЛЮК⁴
Студентка 3 курсу,
Інженерно-технологічного факультету,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ЕКОЛОГОЕФЕКТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОТРЕБ ПІДПРИЄМСТВ АПК ЗА РАХУНОК ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ

***Анотація.** Вітчизняні процеси виробництва та переробки с.г. продукції, характеризуються високою питомою енергетичною ємністю, що визначає нашу економіку, як одну із найбільш енергетично неефективних, а отриману продукцію, неконкурентною на ринку с. г продовольства країн ЄС, залишаючи нам лише роль експортера сировини для підприємств харчової промисловості Європи.*

Крім того, майже всі процеси АПК України характеризуються екологічним забрудненням навколишнього середовища, що в цілому, суперечить принципам екологізації та декарбонізації економіки, визначених Європейською Комісією в рамках «Європейського зеленого курсу» («The European Green Deal»).

***Ключові слова:** екологоефективне забезпечення, біогаз, органічні відходи, біомаса, екологічна стійкість.*

***Annotation.** Domestic processes of production and processing of agricultural products are characterized by a high specific energy capacity, which defines our economy as one of the most energy inefficient, and the resulting products are uncompetitive on the agricultural food market of the EU countries, leaving us only the role of exporter of raw materials for European food industry enterprises.*

In addition, almost all processes of the agricultural industry of Ukraine are characterized by ecological pollution of the environment, which in general contradicts the principles of greening and decarbonization of the economy, defined by the European Commission as part of the "European Green Deal" ("The European Green Deal").

***Key words:** Eco-efficient supply, biogas production, organic waste, biomass, environmental sustainability.*

***Вступ.** На сьогодні агропромисловий комплекс є однією із найбільш важливих та стійких за стабільністю надходжень до бюджету складових національної економіки України, що визначає соціально-економічний розвиток держави, і є цілісною виробничо-економічною системою, об'єднуючи в собі низку сільськогосподарських, промислових, науково-виробничих та навчальних галузей, спрямованих на одержання, транспортування, зберігання, переробку,*

⁴Науковий керівник: Купчук І.М. к.т.н., доцент кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв.

реалізацію сільськогосподарської продукції, а також матеріально-технічне забезпечення і обслуговування виробничих процесів галузей.

Практично все споживання енергії в Україні задовольняється за рахунок викопного палива, більша частина якого імпортується, що в умовах агресивних дій російської федерації, створює реальну загрозу для енергетичної безпеки держави та зокрема для стратегічно-важливої, бюджетоутворюючої галузі – АПК

У сучасному світі питання енергоефективності та екологічної стійкості стають все більш актуальними, особливо для сектору агропромислового комплексу (АПК). Саме тут, на перетині виробництва та екології, виникає можливість впровадження нових технологій для забезпечення енергетичних потреб підприємств шляхом використання відновлюваних джерел енергії. Одним із найбільш перспективних напрямків є виробництво біогазу.

Біогаз є важливим альтернативним джерелом енергії, яке може бути вироблене на базі органічних матеріалів, таких як сільськогосподарські відходи, біомаса, а також різноманітні біологічні відходи. Його виробництво не лише зменшує кількість викидів парникових газів та забруднення навколишнього середовища, але й надає можливість ефективно використовувати відходи як ресурс для виробництва енергії.

Сектор АПК, який зазвичай генерує значну кількість органічних відходів, має великий потенціал для виробництва біогазу. Впровадження біогазових установок на сільськогосподарських підприємствах може стати не лише джерелом стабільного та екологічно чистого енергопостачання, але й сприяти вирішенню проблеми відходів та забруднення довкілля.

У зв'язку з цим, у даній роботі буде розглянуто перспективи екологоефективного забезпечення енергетичних потреб підприємств АПК за рахунок виробництва біогазу. Дослідження такого напрямку не лише сприятиме покращенню енергетичної ефективності, але й сприятиме збереженню навколишнього середовища та створенню стійких та екологічно чистих умов для розвитку сільського господарства.

Виклад основного матеріалу. Мета досліджень полягає у формуванні наукового підґрунтя щодо вирішення проблем утилізації відходів та підвищення рівня енергетичної автономії переробної галузі АПК України за рахунок виробництва біогазу та подальшого його перетворення в інші види енергії, придатної для використання у виробничих процесах підприємств.

Основним способом отримання біогазу є анаеробне зброджування, суть якого полягає в забезпеченні сприятливих умов для біологічних процесів, під час яких мікроорганізми перетравлюють органічний субстрат за відсутності кисню впродовж чотирьох стадій: гідроліз, ацидогенез, ацетогенез і метаногенез (рис. 1). За хімічним складом біогаз близький до неочищеного природного газу та являє собою суміш метану (CH_4) і діоксиду вуглецю (CO_2), а також незначної частки інших домішок, таких як водень (H_2), сірководень (H_2S), азот (N_2) тощо. Таким чином, керований анаеробний процес дозволяє отримати високоенергетичну газову суміш, що містить 55–75 % метану та 25–45 % CO_2 , при чому співвідношення цих основних компонентів є визначальним у

ефективність його подальшого використання та формує енергетичну цінність отриманого біогазу.

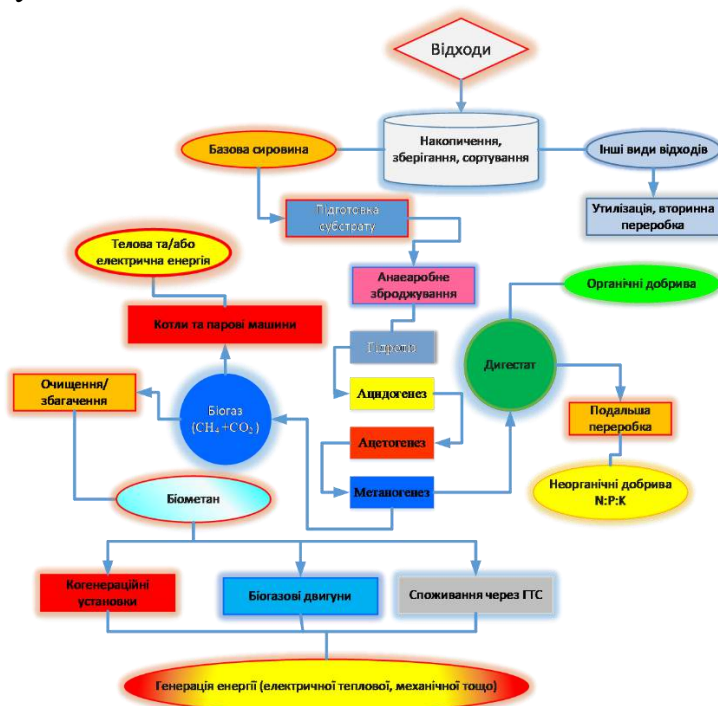


Рис 1. Принципова блок-схема екологоефективного забезпечення енергетичних потреб підприємства АПК за рахунок переробки відходів анаеробним зброджуванням

Перш за все, вміст метану в отриманому біогазі залежить від виду і властивостей біомаси, якості попередньої підготовки субстрату, а також обґрунтованістю режимів анаеробного зброджування та вибором оптимальних параметрів технологічного процесу[2,3]. Використання біогазу із низьким вмістом CH_4 , та, як наслідок, із значною кількістю домішок, окрім невисокого коефіцієнту тепловіддачі, супроводжується агресивним корозійним впливом на елементи енергогенеруючого обладнання, що може призвести до його виходу із ладу, а також може збільшити викиди шкідливих речовин в атмосферу в процесі горіння.

Тому, одним із основних напрямів підвищення ефективності процесу такого енергозабезпечення є очищення біогазу від домішок з отриманням повноцінного біометану, який в подальшому може бути використаний у вигляді палива для когенераційних установок та газових ДВЗ, або ж для традиційного споживання населенням через національну газотранспортну систему (ГТС) (рис. 1). Крім того, дигестат, що залишається після процесу анаеробного зброджування, також може застосовуватись, як високоефективне органічне добриво для ґрунту, або ж, після подальшої спеціальної переробки, як джерело неорганічних добрив (N:P:K)[1].

У світовій практиці відомі приклади використання різноманітних видів сировини для приготування субстратів, спільними показниками якої є високий вміст цукру, крохмалю, білків або жирів та придатність для деградації органічних речовин до біометану в анаеробних умовах. Обмеженість площ

сільськогосподарських угідь, коливання цін на енергетичні культури, потреба в екологізації аграрного сектору, а також гостра необхідність вирішення проблем утилізації відходів, робить одним із найбільш перспективних варіантів сировинної бази для відновлення енергії із біомаси саме використання побічної продукції та відходів сільського господарства (табл. 1), харчової та переробної промисловості, а також твердих побутових відходів (ТПВ), енергетичний потенціал яких на сьогодні використовується не в повній мірі.

Таблиця 1

Характеристика деяких видів побічної продукції та відходів сільського господарства

Вид біомаси	Органічна складова	C:N	Частка сухої речовини в загальному обсязі (СР), %	Вміст летких компонентів в сухій речовині (ВЛК), %	Частка летких компонентів в загальному обсязі (ЛК), %	Теоретичний вихід метану, м ³ (СН ₄)/кг (ЛК)	Потенціал метаногенерації, м ³ (СН ₄)/м ³
1	2	3	4	5	6	7	8
Відходи та побічні продукти тваринництва							
Кормові рештки:							
-свині	вуглеводи, білки, ліпіди	7	5	80	4,0	0,3	12,0
-ВРХ	вуглеводи, білки, ліпіди	13	8	80	6,4	0,2	12,8
Гній:							
-Свині	вуглеводи, білки, ліпіди	7	20	80	16,0	0,3	48,0
-ВРХ	вуглеводи, білки, ліпіди	13	20	80	16,0	0,2	32,0
-птиця (послід)	вуглеводи, білки, ліпіди	7	5	80	4,0	0,3	12,6
-птиця (гній)	вуглеводи, білки, ліпіди	7	20	80	16,0	0,3	48,0
Відходи та побічні продукти рослинництва							
Солома	вуглеводи, ліпіди	90	70-90	80-90	залежить від сировини	0,15-0,35	варіюється
Садові відходи (гілки, стебла, листя, суцвіття)	вуглеводи, ліпіди	125	60-70	90		0,2-0,5	
Трава	вуглеводи, ліпіди	18	20-25	90		0,3-0,55	
Силос (трав'яний, кукурудзяний, з бурякової гички)	вуглеводи	17	15-40	90		13,5-36	

На думку науковців [4, 5], утилізація біогазу звалищ дозволяє не тільки поліпшити екологічну ситуацію, а й виробляти електроенергію і тепло, частково замінюючи корисні копалини. В даний час основним способом знешкодження ТПВ у всьому світі є їх поховання на полігонах. Морфологічний склад органічної частини на типовому полігоні ТПВ (площею 10,0...15,0 га) наведено в таблиці 6 [5]. При похованні органічної речовини (якої в сміттєвій масі в середньому від 50 до 70%) в товщі ТПВ при анаеробних умовах (без доступу кисню) відбувається її біоконверсія за участю мікроорганізмів, під час якого утворюються нові хімічні сполуки - двоокис вуглецю (CO_2), метан (CH_4), аміак (NH_3) та сірководень (H_2S). Це газоподібні речовини, які, змішуючись, утворюють біогаз.

Висновки. З плином часу проблема забезпечення енергетичних потреб підприємств агропромислового комплексу (АПК) стає все актуальнішою, особливо в контексті збереження навколишнього середовища та підвищення екологічної стійкості виробництва. Виробництво біогазу надає значні перспективи для екологоефективного забезпечення енергетичних потреб підприємств АПК.

Становлення біогазової галузі сприятиме не лише зниженню викидів парникових газів та забруднення довкілля, але й забезпечить стійке та надійне енергопостачання для сільськогосподарських підприємств. Використання органічних відходів для виробництва біогазу відкриває нові можливості для зменшення впливу сільського господарства на довкілля та реалізації принципів циркулярної економіки.

Отже, розвиток біогазової галузі в контексті підприємств АПК варто розглядати як перспективний шлях для досягнення енергетичної самодостатності та збереження довкілля. Для успішної імплементації цього напрямку необхідно сприяти інноваціям у сфері технологій виробництва біогазу, а також стимулювати підприємства до впровадження енергоефективних рішень.

В результаті проведених досліджень було встановлено, що цілком реальним способом підвищення рівня енергетичної автономії переробної галузі АПК України є використання, у якості енергетичного ресурсу – біогазу, виробленого із побічної продукції сільськогосподарського виробництва, власне самого переробного підприємства та органічних відходів територіальних громад в межах яких розташовані вказані підприємства. При цьому, як показує аналіз ресурсного потенціалу, сучасні технології метаногенерації дозволяють використовувати у якості сировинної бази широкий номенклатурний ряд біомаси, яка може бути одержана, як від виробничої діяльності (неосновна (нецільова) продукція), так і взагалі із відходів домогосподарств, що є одним із методів вирішення проблем їх утилізації.

Список використаної літератури

1. Купчук І.М., Яропуд В.М., Телекало Н.В., Граняк В.Ф. Перспективи та передумови впровадження автономних систем електрозабезпечення агропромислових підприємств. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3 (110). С. 51-63.

2. Калетнік Г. М. Перспективи підвищення енергетичної автономії підприємств АПК в рамках виконання енергетичної стратегії України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 4, 104. С. 90-98. DOI: 10.31521/2313-092X/2019-4(104)-10.

3. Указ президента України «Про Стратегію національної безпеки України» від 26.05.2015 № 287/2015: веб. сайт URL: <https://www.president.gov.ua/documents/2872015-19070> (дата звернення 28.03.2024)

4. Гончарук І.В., Вовк В.Ю. Понятійний апарат категорії сільськогосподарські відходи, їх класифікація та перспективи подальшого використання для виробництва біоенергії. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2020. № 3 (53). С. 23-38. DOI: 10.37128/2411-4413-2020-3-2.

5. Гриценко А. В., Недава О.А. Орієнтовна оцінка об'єму біогазу, що виділяється з полігону твердих побутових відходів. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*. 2016. Вип. 38. С. 38-42.

Богдан БЕРЕЖНИЙ⁵,
Студент 2 курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ ЯКОСТІ ЗАПАСНИХ ДЕТАЛЕЙ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ: АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

***Анотація.** Робота сільськогосподарської техніки в основному залежить від технічного стану, а забезпеченням належних технічних умов є якісне обслуговування та ремонт. Використання низькоякісного та зношеного обладнання призводить до збільшення потреби в запасних частинах, що негативно впливає на експлуатаційні витрати.*

Проблема загострюється через дефіцит запчастин на рівні 45%. Крім того, існують проблеми з відповідністю наявних запасів запасних частин вимогам, що призводить до подальшого збільшення експлуатаційних витрат.

***Ключові слова:** сільськогосподарські машини, запасні частини, техніка, якість, надійність.*

***Annotation.** The operation of agricultural machinery mainly depends on the technical condition, and the provision of proper technical conditions is high-quality maintenance and repair. The use of low-quality and worn-out equipment leads to an*

⁵Науковий керівник: Паладійчук Ю.Б. к.т.н., доцент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

increase in the need for spare parts, which negatively affects operating costs.

The problem is aggravated by the shortage of spare parts at the level of 45%. In addition, there are problems with the existing stock of spare parts meeting the requirements, which leads to a further increase in operating costs.

Keywords: *agricultural machines, spare parts, equipment, quality, reliability.*

Вступ. У сучасних умовах ринку жодне сільськогосподарське підприємство не може досягти прибутковості та конкурентоспроможності без застосування різноманітних засобів механізації, таких як трактори, сівалки, комбайни та інші [1]. Використання цих засобів дозволяє вирішити ряд важливих завдань, включаючи:

- Зменшення необхідності у важкій фізичній праці;
- Прискорення процесів посіву та збирання врожаю;
- Підвищення якості виробленої продукції.

Сьогодні як великі агропромислові компанії, так і малі фермерські господарства активно використовують різноманітну спеціалізовану техніку. При цьому кожен випадок визначає кількість, призначення, функції та інші характеристики агротехніки, оскільки вони залежать від багатьох факторів. Крім того, важливо, щоб агротехніка відповідала поточним потребам будь-якого сільськогосподарського бізнесу, оскільки в іншому випадку це може призвести до збільшення витрат на обслуговування [1, 2].

У зв'язку з особливостями експлуатації, будь-яка сільськогосподарська техніка потребує регулярного технічного обслуговування та ремонту, що часто передбачає заміну вживаних механізмів.

Актуальність теми дослідження полягає в тому, що забезпечення ринку якісними запасними частинами стає ключовим завданням для підвищення довговічності вузлів та агрегатів машин. Це особливо важливо в контексті сільськогосподарського сектору, де ефективне використання техніки є вирішальним для забезпечення високої продуктивності та економічної ефективності.

Недостатня якість запасних частин може призвести до прискореного зносу обладнання, аварій та збільшення експлуатаційних витрат. Таким чином, дослідження якості та доступності запасних частин має важливе значення для стабільного функціонування сільськогосподарського сектору і загалом для ефективного використання техніки у всіх галузях промисловості.

Виклад основного матеріалу. Якість машинобудівної продукції наразі знаходиться на низькому рівні, оскільки приблизно 56% запчастин не відповідають технічним стандартам, і більшість дефектів пов'язані з фізико-механічними параметрами деталей [1-3].

У зв'язку з цим стає критично важливим організувати процеси контролю якості при надходженні машинобудівної продукції на ринок і до дилерських представництв. На підприємствах технічного обслуговування необхідно

створити служби контролю якості запасних частин, які мають сучасне обладнання для вимірювань та контролю, щоб своєчасно виявляти несправні деталі та запобігати їх використанню на сільськогосподарській техніці.

Загалом запасні частини для сільськогосподарської техніки можна розділити на дві основні категорії [3]:

1. Оригінальна продукція, яка виготовляється безпосередньо виробниками обладнання або сертифікованими компаніями. Ці запчастини мають конструкцію та інші особливості, подібні до деталей, що встановлюються на машини під час їх конвеєрного складання. Вони характеризуються тривалим терміном служби, але вартість їх висока.

2. Копії, які найчастіше постачаються з Китаю і відрізняються низькою ціною. Однак якість таких виробів зазвичай залишає бажати кращого.

Крім того, підприємства мають можливість замовити індивідуальне виготовлення необхідних запчастин або придбати вживану техніку у спеціалізованих компаній.

Надійність є одним із ключових показників якості машин та їх запасних частин. Вона визначається експлуатаційними характеристиками деталей та з'єднань, які в свою чергу залежать від технології виготовлення.

Під час експлуатації запчастини піддаються різноманітним впливам, таким як навантаження, швидкість, температура, властивості тертя та змащення, а також якість і чистота поверхні деталі [3].

Основні причини, що впливають на знос деталей та якість запчастин, наведені на рисунку 1.

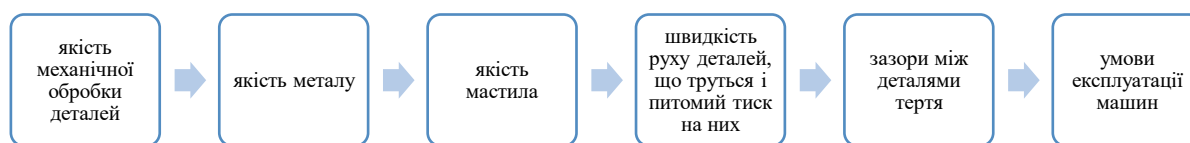


Рис 1. Причини, що впливають на знос деталей

Якість означає сукупність характеристик об'єкта, які визначають його здатність відповідати встановленим і пропонованим вимогам [3]. Висока якість продукції досягається через ефективну систему управління якістю, яка відповідає міжнародному стандарту ISO 9000. Система якості включає в себе організаційні структури, методи, процеси і ресурси, необхідні для загального керування якістю [2-4].

Системи управління якістю продукції розробляються відповідно до міжнародних стандартів ISO. При розробці таких систем необхідно враховувати принципи, які показані на рисунку 2.



Рис 2. Основні принципи керування якістю.

Успішне функціонування системи управління якістю передбачає реалізацію кожного з принципів якості. За допомогою контактних та безконтактних методів вимірювання контролюються фізико-механічні та геометричні параметри запасних частин сільськогосподарської техніки [3, 4].

У сучасний час браковані вироби часто виготовляються з використанням вихідних геометричних параметрів, але при цьому не дотримуються матеріали та технології виробництва, що застосовуються у вітчизняному виробництві.

У багатьох випадках виробники не мають законного права відтворювати запасні частини, і така продукція має неправильне маркування та недостатню якість. Це ставить під сумнів необхідність контролю якості не тільки оригінальних запчастин, але й неоригінальних та відтворених запчастин для зовнішнього та внутрішнього ринків.

Одним з найважливіших напрямків інновацій у агротехнічному забезпеченні є своєчасне постачання якісних запасних частин, що може бути досягнуто за рахунок ефективної організації вхідного управління якістю в компаніях технічного сервісу [4].

Управління якістю отримання запасних частин переслідує головну кінцеву мету – підвищення готовності сільськогосподарської техніки.

Фактори забезпечення проведення необхідних технічних робіт визначають параметри процесу контролю якості.

Виділяють чотири групи факторів, які впливають на ефективність управління якістю (рисунок 3).

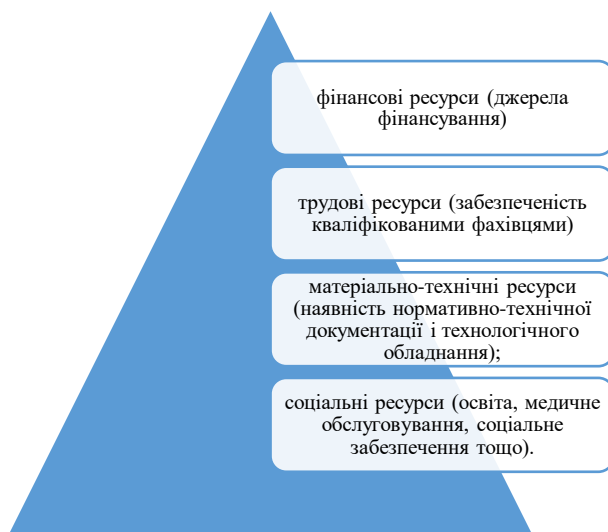


Рис 3. Групи факторів, які впливають на ефективність управління якістю [3].

На сьогоднішній день раціональним вважається організація вхідного контролю якості запасних частин. Цей механізм набуває особливого значення, особливо у випадку 40% скарг клієнтів, пов'язаних з низькою якістю технічного обслуговування та ремонту, яка часто обумовлена низькою якістю запасних частин або матеріалів [4]. Важливо враховувати, що запасні частини надходять до споживача невеликими партіями, тому доцільним буде введення повного контролю якості, а не вибіркового. Також важливо, щоб контроль вхідних деталей був ефективним, його необхідно застосовувати до всіх поступаючих у сервіс запасних частин.

Статистичні дані показали, що основними дефектами, які призводять до відбору бракованих запасних частин, є недотримання фізико-механічних властивостей матеріалу та неправильні геометричні розміри.

Визначення причин невідповідності фізико-механічних властивостей запасних частин нормативної документації дозволило виділити наступні основні причини: порушення технології виготовлення, економія на якості матеріалу та низька точність вимірювань приладами при оцінці якості.

За допомогою системи контролю якості визначення фізико-механічних властивостей запасних деталей дозволяє виявити брак та запобігти попаданню таких деталей в експлуатацію. Класифікація фізико-механічних властивостей матеріалу наведена в таблиці 1 [5].



Рис 4. Типи контрольованих запасних частин: а) піввісь; б) вал; в) шестерня.

Класифікація фізико-механічних властивостей матеріалу.

№	Фізико-механічні властивості матеріалу	Визначний параметр
1	Хімічний склад, P_h	Вміст хімічних речовин
2	Твердість поверхні, $P_{тв}$	Статичні, динамічні, кінетичні
3	Ударна в'язкість, P_{ψ}	Ударне навантаження, вигин
4	Корозійна стійкість, P_r	Швидкість прояви корозії
5	Теплопровідність і лінійне розширення, P_1	Коефіцієнт лінійного розширення і теплопровідності
6	Спосіб виробництва та обробки, $P_{об}$	Зміна форми, розмірів і якостей металів і сплавів
7	Щільність, P_p	Маса і обсяг деталі
8	Зносостійкість, P_i	Опір зношування в певних умов тертя
9	Температура плавлення, P_t	Точка температури плавлення
10	Характеристики міцності і деформаційні властивості, P_d	Руйнівна напруга розтягу, стиску і вигину
		Модуль пружності розтягу і вигину

Часто нечесні виробники використовують сталь СТ2 замість якісної легованої сталі, щоб знизити вартість продукції. Це може призводити до негативних наслідків для ефективності роботи як окремих деталей, так і всієї машини.

Контроль фізико-механічних властивостей матеріалу допомагає виявляти відмінності в хімічному складі, твердості, корозійній стійкості та інших параметрах, що може призводити до утворення мікротріщин. Аналіз марки сталі, деталей та хімічного складу допомагає виявляти невідповідності і потенційні проблеми. Технологія виробництва, хімічний склад та структура визначають якість матеріалів для запасних частин [4-6].

Після проведення перевірки фізико-механічних характеристик запасних деталей сільськогосподарських машин та їх класифікації, якісні деталі направляються на перевірку геометричних параметрів. Невідповідність цим параметрам є наступним за важливістю типом дефектів. Поява таких дефектів може бути спричинена як порушенням технологічного процесу виготовлення, так і пошкодженням технічних засобів виробництва на заводах-виробниках. Контроль геометричних параметрів запасних частин є важливим етапом у процесі оцінки якості [4-6].

Функція якісного контролю фізико-механічних параметрів буде мати наступний вигляд:

$$\Phi_{\text{ПМ}} = f(M, Q, M_{\text{СТ}}) \quad (1)$$

де M – ймовірність контролю маси запасної частини; Q – ймовірність визначення хімічного складу запасної частини; $M_{\text{СТ}}$ – ймовірність контролю марки сталі запасної частини.

Функція якісного контролю геометричних параметрів дорівнює:

$$\Gamma_{\text{П}} = f(D_r, H_{\text{ш}}) \quad (2)$$

де D_r – ймовірність контролю лінійних розмірів; $H_{\text{ш}}$ – ймовірність

контролю співвісності, площинності, бочкоподібності.

Ймовірність якісного контролю автоматизованим вимірювальним пристроєм буде визначатися як:

$$N_{\text{АВП}} = \Phi_{\text{ПМ}} \cdot \Gamma_{\text{П}} \quad (3)$$

На процес контролю якості запасних частин впливає безліч різних факторів, які можуть спотворювати їх показники. Це залежить від умов проведення контролю, використовуваних методів та засобів. Для коригування цих впливів необхідно оцінити ступінь та характер їх впливу, розробити коригувальні залежності та рекомендації для різних запасних деталей сільськогосподарських машин [4-6].

Фактори, які впливають на результати контролю автоматизованим вимірювальним пристроєм, можна розділити на наступні групи:

1. Параметри контрольованих приладів.
2. Властивості контрольованих запасних частин.
3. Технологічні аспекти.
4. Інші фактори.

Отримані раніше залежності точності вимірювань від параметрів контрольованого обладнання та властивостей контрольованих запасних частин дозволяють оцінити отримані похибки вимірювань і вибрати оптимальні значення параметрів [4-6]. Це дозволяє продовжити теоретичні дослідження інших факторів, що впливають на точність і продуктивність вимірювань за допомогою безконтактних приладів.

У складі автоматизованого вимірювального пристрою використовуються різні методи та засоби контролю, і тому група факторів, пов'язаних з параметрами контрольованих приладів, буде мати різний вплив на кожен засіб вимірювання. З цієї причини важливо розробити методику врахування впливу всіх факторів як окремо, так і в комбінації, а також надати рекомендації зі зменшення впливу цих факторів на точність контролю, проведеного за допомогою автоматизованого вимірювального пристрою.

Висновки. Основною метою забезпечення якісними запасними частинами є формування та організація процесів контролю якості машинобудівної продукції, що надходить на ринок та до дилерів. Своєчасне виявлення дефектних деталей на підприємствах технічного сервісу запобігає їх використанню в сільськогосподарській техніці. Для досягнення цієї мети необхідно організувати служби контролю якості запасних частин та використовувати сучасне контрольоване обладнання.

Підвищення рівня контролю якості запасних частин для агротехніки передбачає:

- Здійснення більш точних та менш складних вимірювань.
- Забезпечення можливості вимірювання геометричних, фізико-механічних параметрів контрольованих деталей.
- Застосування можливостей автоматизації та роботизації вимірювань.

Контроль якості запасних частин може досягти бажаних результатів лише за наявності належної системи, що включає в себе вищезазначені аспекти.

Список використаної літератури

1. Ринок сільгосптехніки України очима її дилерів: веб-сайт. URL: <http://www.agroprofi.com.ua/statti/1726-rynok-silhosptekhniky-ukrayiny-ochyma-yiyi-dyleriv> (дата звернення 15.03.2024).
2. Ринок техніки 2020: чи буде трактор у полі: веб-сайт. URL: <https://agroportal.ua/ua/views/blogs/rynok-tekhniki-2020-budet-li-traktor-v-pole/> (дата звернення 20.03.2024).
3. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК: навч. посіб. Т. 1. Вінниця: ВНАУ. 2019. 648 с.
4. Паладійчук Ю.Б., Телятник І.А. Підвищення ефективності технологій та технічних засобів контролю якості відновлення двигунів малогабаритної техніки. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021. № 1 (112). С. 137-151.
5. Паладійчук Ю.Б., Мельник Ю.А. Відновлення ресурсу робочих органів ґрунтообробних машин нанесенням зносостійких покриттів. *Техніка та енергетика*. 2021. № 12 (4). С. 43-52.
6. Yu. Paladiichuk Research quality control of Spare parts of mobile equipment. *Colloquium-journal*. № 5 (92). 2021. P. 49-57.

Андрій ДЯЧЕНКО⁶,

Студент 2 курсу,

Інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ПРОТИКОРОЗІЙНИЙ ЗАХИСТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ: ВІД ЗБЕРІГАННЯ ДО ЕФЕКТИВНОГО ЗАХИСТУ

***Анотація.** Під час зберігання металеві деталі сильно кородують, а лакофарбове покриття втрачає свою захисну функцію. Це спричинено однаковим процесом корозії як для вітчизняного, так і для імпортного обладнання, оскільки корпуси зроблені з низьколегованої або вуглецевої сталі, що призводить до зниження втомної міцності деталей. Корозія та зниження міцності – причина 30% відмов обладнання.*

***Ключові слова:** сільськогосподарська техніка, захист, корозія, інгібітор.*

***Annotation.** During storage, metal parts corrode strongly, and the paint coating loses its protective function. This is caused by the same corrosion process for both domestic and imported equipment, since the housings are made of low alloy or carbon*

⁶Науковий керівник: Телятник І.А. асистент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

steel, which leads to a decrease in the fatigue strength of the parts. Corrosion and reduced strength are the cause of 30% of equipment failures.

Key words: *agricultural machinery, protection, corrosion, inhibitor.*

Вступ. Під час періодів неактивного використання агротехніка залишається непрацюючою і стоїть у нерухомому стані. У цей час, на поверхні техніки утворюється плівка вологи, яка конденсується, і цей процес триває приблизно втричі довше, ніж у періоди активної експлуатації. Це призводить до швидкого розвитку корозії, що стає основною загрозою під час зберігання агротехніки [1,2].

Збереження машин у періоди неактивного використання визначається двома основними факторами: корозією та старінням. Якість технічного обслуговування та процеси консервації машин впливають на швидкість цих процесів.

Крім того, експлуатаційний знос компонентів та їх захисних покриттів, а також складність технічного обслуговування під час підготовки до зберігання та під час самого зберігання, також впливають на тривалість та якість збереження агротехніки.

Сільськогосподарська техніка, через своє призначення та умови експлуатації, часто піддається корозійному зносу, що призводить до зміни експлуатаційних характеристик поверхонь деталей [1,2]. Особливо це помітно при введенні техніки в експлуатацію після періоду зберігання. Цей тип зносу найчастіше виникає на таких елементах, як зірочки, роликові ланцюги, деталі ріжучих апаратів, шківів, лемешів та ножів плугів, боронах та дисках плугів, днищах шнеків та жаток, кришках вентилятора та вивантажувального шнека, а також на середніх плитах зернових та колосових елеваторів, камерах нахилу та конвеєрних поверхнях [1-4].

Актуальність теми дослідження полягає у тому, що забезпечення сільгосп підприємств якісними захисними матеріалами для консервації сільськогосподарської техніки залишається недостатнім навіть у сучасний час. Це ставить під загрозу тривалість експлуатації техніки, ефективність виробництва та фінансову стійкість аграрних підприємств.

Отже, пошук нових можливостей удосконалення матеріалів для консервації сільськогосподарської техніки є критично важливим завданням як з науково-дослідного, так і з практичного точки зору. Вирішення цієї проблеми може сприяти збільшенню тривалості служби обладнання, зменшенню експлуатаційних витрат та підвищенню продуктивності сільськогосподарського виробництва.

Виклад основного матеріалу. Розуміючи, що більшість сільськогосподарської техніки використовується сезонно, важливо визнати, що збереження цієї техніки протягом тривалого періоду вимагає спеціалізованих операцій для формування ефективного захисного покриття [1-3]. Це покриття є ключовим для збереження обладнання у міжсезоння.

Досвід показує, що найбільш якісну обробку поверхні складської техніки

антикорозійними матеріалами можна здійснити за допомогою хімічних методів обробки. Такі методи дозволяють забезпечити надійний захист від корозії та інших негативних впливів середовища, забезпечуючи при цьому тривале збереження обладнання у періоди його неактивного використання.

Хімічні методи передбачають обробку поверхні деталей вузлів і агрегатів за допомогою водних розчинів, що включають у себе хімічно активні реагенти (такі як кислоти, солі), розчинники, мийні засоби та інгібітори. Перед нанесенням відповідного матеріалу для обробки поверхні необхідно очистити від залишків, таких як бруд, пальне і масло [1-3]. Для цієї мети широко використовуються спеціальні мийні засоби, такі як "Лабомід-101", "Лабомід-102", "Лабомід-103", "МС-3", "МС-6", "Темп-100", "Аерол" і "Ритм". Наприклад, мийні засоби "Лабомід" і "MS" рекомендується використовувати за концентрації від 10 до 30 г/л і при температурі від 70 до 85°C або 70 до 100°C відповідно, а засіб для чищення "Аерол" рекомендується використовувати за концентрації від 2 до 5 г/л при температурі від 70 до 100°C [1-3].

Зберігання машин – це комплекс організаційно-технологічних заходів, спрямованих на захист машин, обладнання та їх складових від основних видів пошкоджень та руйнівних впливів під час міжсезонного зберігання.

Під час періоду зберігання техніки ключові показники, такі як знос, корозія, старіння і трудомісткість обслуговування машин, залежать від захисту від шкідливого впливу зовнішніх факторів навколишнього середовища [2].

Захист агрегатів забезпечується за допомогою різноманітних засобів, методів і способів консервації. Засоби для тимчасового захисту сільськогосподарської техніки від корозії можна розділити на дві групи, як показано на рисунку 1.



Рис 1. Групи тимчасового захисту сільськогосподарських машин від корозії

Антикорозійний захист машин можна розділити на три рівні, залежно від його призначення [1-3]:

- для захисту зовнішніх поверхонь машин;
- для захисту внутрішніх поверхонь двигунів, трансмісій, коробок передач;
- для захисту відкритих передач і механізмів.

Основні представники кожного рівня консервантів для двох поколінь показані на рисунку 2.

Перше покоління матеріалів, які використовувалися для захисту зовнішнього вигляду машин, включало запатентовані склади консервантів. Це були бензино-бітумні склади або відпрацьоване мастило, яке було загущене гарматним маслом ПВК [1-3].

У другому поколінні з'явилися промислові матеріали, які стали доступними для сільськогосподарських підприємств. Серед них були захисні воски (без інгібіторів), інгібітори водного пари та інші хімічні речовини, такі як бітумний склад Inhibi-C.

Сьогодні такі матеріали, як ПВК, Kormin і інші, продовжують залишатися ефективними для тимчасового захисту обладнання від корозії [2,3]. Однак, варто відзначити, що більшість антикорозійних матеріалів вже не використовуються на нафтопереробних заводах (наприклад, НГ-204У, ЗВВД-13) через низьку рентабельність виробництва антикорозійних матеріалів у порівнянні з виробництвом пального та гідравлічних олів.

ЗАСОБИ ТИМЧАСОВОГО КОРОЗІЙНОГО ЗАХИСТУ		
Захист зовнішніх поверхонь машини	Захист внутрішніх поверхонь двигуна, трансмісії, коробки передач	Захист відкритих передач і механізмів
<ul style="list-style-type: none">• Матеріали першого покоління<ul style="list-style-type: none">• Гарматне мастило ПВК• Відпрацьоване мастило• Бензинно-бітумна суміш• Матеріали другого покоління<ul style="list-style-type: none">• Захисні воски ЗВВД-13, ІВВС• Склад Інгібіт-С	<ul style="list-style-type: none">• Матеріали першого покоління<ul style="list-style-type: none">• Присадки АКОР-1, КИ Масло К-17, Масло НГ-203• Матеріали другого покоління<ul style="list-style-type: none">• Моторне масло група Г і В, НГ-203А	<ul style="list-style-type: none">• Матеріали першого покоління<ul style="list-style-type: none">• Салідол С і Ж• Літол 24• Матеріали другого покоління<ul style="list-style-type: none">• Літол 24М

Рис 2. Засоби тимчасового протикорозійного захисту сільськогосподарської техніки [3].

Вітчизняні виробники задовольняють потреби промислових підприємств дрібнооптовими поставками мастильних матеріалів, інгібіторів корозії, інгредієнтів для виготовлення лакофарбових матеріалів, а також зносостійких присадок до мастильних матеріалів.

Модифікація бітуму полімерами сприяє підвищенню його стійкості до атмосферних впливів. Особливо перспективним є використання ізоатактичного

поліпропілену в кількості до 2%. Додавання смол і масел до складу бітуму та збагачення масляної фази бітуму сприяє зниженню температур крихкості, поліпшенню морозостійкості та підвищенню атмосферостійкості.

Найбільш ефективним методом підвищення захисних властивостей і продовження терміну служби бітумних покриттів є введення до їх складу інгібіторів корозії.

Інгібітори корозії – це речовини, які, введені в корозійне середовище у невеликих концентраціях, значно уповільнюють процес корозії металу [3,4].

Вони пригальмовують процес корозії шляхом конкурентної адсорбції з активаторами та утворення на поверхні металу захисних адсорбційних або фазових плівок, які іноді мають бар'єрні властивості. Інгібітори впливають на кінетику електродних процесів під час корозії, утворюючи оксидні або гідроксидні плівки на металах та переводячи їх у неактивний стан.

Використовуючи інгібітори корозії, важливо враховувати активність корозійного середовища та умови експлуатації. Питома витрата інгібіторів може коливатися від 10 до 50 кг на мільйон кубічних метрів газу або (для рідких середовищ) від 100 до 500 мг на літр [3-5].

Інгібітори корозії на основі сполук з аміногрупами та їх похідні є найбільш розповсюдженими в полімерних асфальтобетонних композиціях. Крім того, композиції з амінами можна успішно наносити на поверхні, які вже почали кородувати. Після нанесення формується антикорозійне та атмосферостійке покриття, яке діє на широкому спектрі поверхонь [5].

Ці інгібітори використовуються у різних композиціях, таких як бітум, суміші бітуму з каучуком, а також суміші бітуму з молочною кислотою. Компоненти перевозяться у відсіках або ящиках, а добавки зберігаються в гофрованих намотаних барабанах.

Для нанесення захисних матеріалів на сільськогосподарські машини використовують різноманітні технологічні засоби. У процесі консервації застосовують різні методи нанесення матеріалів на металеві поверхні. Для невеликих обсягів роботи матеріали наносять ручними кистями. Однак, при великих обсягах робіт використовують механізовані пристрої з метою підвищення продуктивності, зменшення витрат консерваційних матеріалів та енергії, а також для поліпшення якості покриттів [3-5].

Пристрої для нанесення консерваційних покриттів поділяються на три типи: пневматичне розпилення, безповітряне розпилення та електростатичне. З усіх цих методів, для нанесення консерваційних матеріалів на сільськогосподарські машини, найбільш ефективним вважається пневматичне розпилення. Цей метод є досить універсальним, має просту конструкцію, забезпечує високу якість покриття і є надійним у роботі [3-5].

При виконанні невеликих обсягів робіт застосовують пістолет, який зображений на рисунку 3. Він має просту систему, що складається всього з декількох елементів [4,5]: пістолет з нижнім резервуаром для розпилення матеріалів, пневматичний шланг і компресор.

Розпилення робочої рідини здійснюється за допомогою подачі стисненого

повітря від компресора під робочим тиском 0,6-0,8 МПа. Однак, незручністю є те, що пістолет потребує постійного доливання рідини в резервуар. Для коректної роботи апарату необхідні компресор з пневморедуктором та електророзподільний пристрій для підключення компресора, а також повітряний шланг.



Рис 3. Пістолет антикорозійний SATA HRS.

Давайте розглянемо більш доступний і компактний пристрій ПРК-4, (рис.4) який можна використовувати для зберігання машин у фермерських господарствах з обмеженим асортиментом техніки [6,7].

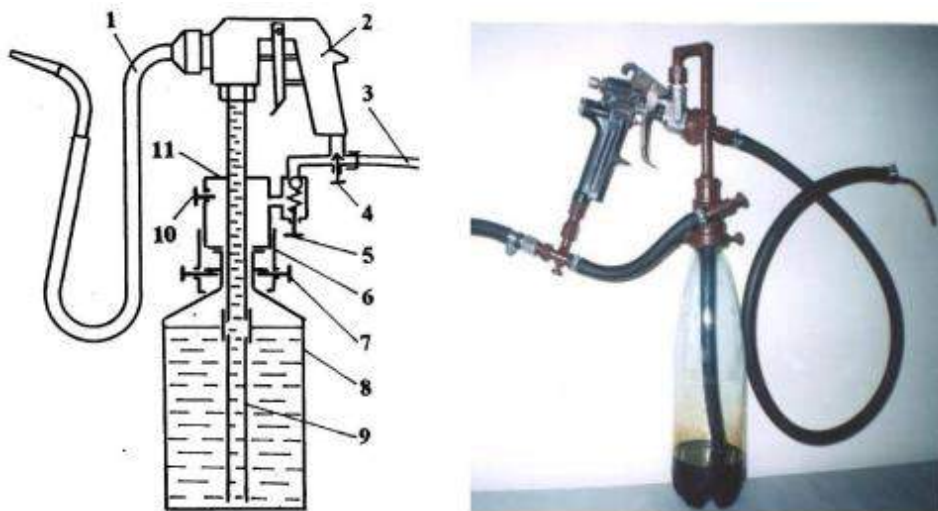


Рис. 4. Компактний апарат ПРК-4. 1 - насадка; 2 - пістолет-розпилювач; 3 - шланг; 4 - гвинт; 5 - регулятор тиску; 6 - обойма; 7 - зажим; 8 - балон; 9 - трубка; 10 - пробка; 11 – розподільник.

Фарбонагнітальні баки (рис. 5) використовуються для фарбування великих поверхонь та місць, які складно досягти [4,5]. Використання фарбонагнітальних баків сприяє підвищенню продуктивності роботи шляхом скорочення технологічних перерв, пов'язаних з заміною балонів або заливкою фарби в бачок фарборозпилювача.



Рис 5. Фарбонагнітаючий бак з фарборозпилювачем і компресором.

Технічні засоби, які застосовуються в автосервісі для фарбування автомобілів, часто є дорогими та не завжди відповідають вимогам консервації сільськогосподарської техніки [4,5]. Тому виникає потреба у створенні переносного розпилювача з напірним баком для нанесення консерваційних матеріалів, який можна зручно використовувати на відкритих майданчиках для зберігання техніки.

Якість та ефективність консервації сільськогосподарської техніки під час зберігання визначається властивостями застосовуваних консерваційних матеріалів, їх доступністю, технологічністю нанесення, а також техніко-економічними показниками використаних технічних засобів [5-7].

У зв'язку з високою вартістю промислових антикорозійних мастик, металеві поверхні сільськогосподарської техніки часто залишаються захищеними лише відпрацьованими моторними маслами і бензино-бітумними сумішами [5-7]. Однак ці матеріали не забезпечують повноцінний захист від корозії протягом тривалого періоду зберігання техніки. Більш ефективні загущені суміші з відпрацьованими маслами та інгібованими корозійностійкими присадками головним чином застосовуються на ґрунтообробній техніці.

Раціональне використання ресурсів у технології виробництва та застосування інгібованих бітумних складів рекомендується оцінювати за допомогою аналізу схеми (рис. 6).

Для захисту поверхонь збиральних машин потрібні консерваційні матеріали, які формують твердо-плівкові покриття. Використання таких матеріалів при зберіганні техніки дозволяє уникнути необхідності розконсервування вузлів після закінчення зберігання, а також захищає деякі вузли під час подальшої експлуатації [6,7]. До цих матеріалів відносяться інгібовані бітумні склади, виробництво яких вимагає складнішої технології порівняно з загущеними мастилами.



Рис 6. Схема розробки технології консервації техніки інгібованими бітумними складами.

Складніше технологічне обладнання і вищі витрати характеризують виробництво інгібованих бітумних складів. Тому рентабельніше створювати спеціалізовані ділянки по виробництву цих матеріалів не в дрібних господарствах, а на базі агрохолдингів і підприємств технічного сервісу з річним обсягом виробництва від 1 до 6 тонн [6,7]. При цьому вибір вихідних компонентів для малотоннажного виробництва інгібованих бітумних складів повинен базуватися на доступних і економічно вигідних продуктах.

Висновки. Отже, захищаючи сільськогосподарську техніку та її робочі органи якісними антикорозійними покриттями, можна значно продовжити їхню службову терміновість та зменшити витрати на ремонт до 8%. Для досягнення більш ефективного захисту сільськогосподарської техніки, необхідно постійно удосконалювати склади бітумних сумішей, використовуючи доступні компоненти, а також покращувати технології та засоби для їх виробництва і нанесення, що дозволить знизити робочі витрати до 30%.

Однією з основних причин низької ефективності захисту техніки є відсутність ефективних та економічно доступних консерваційних матеріалів.

Багато з захисних засобів не містять інгібіторів електрохімічної корозії металів або компонентів, які підвищують стійкість консерваційних плівок до впливу атмосферних умов.

Список використаної літератури

1. Матеріали для захисту сільськогосподарської техніки під час: <https://propozitsiya.com/ua/materiali-dlya-zahistu-silskogospodarskoyi-tehniki-pid-chas-yiyi-zberigannya>. (дата звернення 20.03.2024).
2. Непочатенко А. В. Вплив рівня зносу машинно-тракторного парку на основні результативні показники діяльності сільськогосподарських підприємств. *Економіка та управління АПК*. 2012. Вип. 9 (97). С. 9-12.
3. Інгібітори корозії: веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%B3%D1%96%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%96%D1%97> (дата звернення 20.03.2024).
4. Paladiichuk Y., Telyatnuk I. Substantiation of technology of conservation of agricultural equipment during storage. *Colloquium-journal*. 2021. Czesc 1. № 9 (96). P. 42-59.
5. Паладійчук Ю. Б., Зінев М. В. Спеціалізовані ремонтні підприємства, стан і перспективи розвитку чи занепаду. *Сучасні проблеми землеробської механіки*: зб. наук. пр. XVIII міжн. наук. конф. 16-18 жовтня 2017 р., м. Кам'янець-Подільський. Тернопіль: Крок. 2017. 240 с.
6. Сидорук О. В. Методика узгодження обслуговуючих і сервісних програм збирання ранніх зернових культур. *Механізація та електрифікація сільськогосподарського виробництва*. 2014. Вип. 99. С. 354-364.
7. Паладійчук Ю.Б., Мельник Ю.А. Відновлення ресурсу робочих органів ґрунтообробних машин нанесенням зносостійких покриттів. *Техніка та енергетика*. 2021. № 12 (4). С. 43-52.

Володимир ШКУТА⁷,

Студент 2 курсу,

Інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ТА КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Анотація. У роботі розглянуті основні статистичні методи, такі як діаграми Парето, діаграми Ісікава, діаграми розкиду, контрольні карти та інші. Використання цих методів дозволяє ефективно виявляти причини виникнення дефектів у виробництві та приймати належні заходи для їх усунення. Особлива

⁷Науковий керівник: Паладійчук Ю.Б. к.т.н, доцент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

увага приділяється розгляду типів контрольних карт для кількісних та альтернативних даних, які дозволяють забезпечити стабільність технологічного процесу та вчасно виявляти відхилення в якості продукції.

Ключові слова: двигун внутрішнього згорання, ремонт, засіб контролю, поршень, гільза, відновлення.

Annotation. Basic statistical methods such as Pareto diagrams, Ishikawa diagrams, scatter diagrams, control charts and others are considered in the work. The use of these methods allows you to effectively identify the causes of defects in production and take appropriate measures to eliminate them. Special attention is paid to the consideration of the types of control charts for quantitative and alternative data, which allow to ensure the stability of the technological process and detect deviations in the quality of products in a timely manner.

Key words: internal combustion engine, repair, control tool, piston, sleeve, restoration.

Вступ. Технічний сервіс відіграє ключову роль у забезпеченні надійності сільськогосподарської техніки у робочому стані. Якість проведеного ремонту залежить від різноманітних чинників, проте основним є контроль якості, метою якого є виявлення та вилучення низькоякісних комплектуючих [1-3].

Статистика використання засобів контролю показує, що їхня ефективність може вирішити до 95% проблем з комплектуючими. Проте, у випадку дрібносерійного ремонтного виробництва використання сучасних засобів контролю практично неможливе через їхню складність та високу ціну. Тому важливо розробляти простіші методики контролю якості деталей.

Засоби контролю якості дозволяють своєчасно виконувати вибракування або коригування деталей, що призводить до зменшення браку на виробництві. Якість відремонтованих деталей та агрегатів також залежить від раціонального вибору засобів контролю з метою мінімізації кількості неправильно прийнятих або вибрактованих деталей [1-3]. Важливою також є точність та якість контролю під час селективної збірки, що дозволяє уникнути незавершеного виробництва та зменшити внутрішні й зовнішні втрати.

Виклад основного матеріалу. Сільськогосподарська техніка працює в умовах експлуатації, які є вимогливими та складними. В Україні завантаження сільськогосподарських тракторів та автомобілів значно перевищує показники країн Європи. В середньому, річний наробіток трактора в ЄС становить 2500 мото-годин, тоді як в Україні ця цифра може сягати 6000 мото-годин, а іноді й до 20000 у окремих випадках [1-3].

Зазвичай машини працюють 15-20 годин на добу, при цьому експлуатація відбувається в умовах, що характеризуються запиленням повітря, підвищеною вологістю та значною забрудненістю. Оскільки в сільському господарстві відсутнє сезонне обмеження через тваринництво, машини та агрегати використовуються протягом усього року [2]. Перевезення вантажів тракторами і автомобілями взимку також означає роботу в морози.

Всі ці фактори негативно впливають на надійність та тривалість служби

основного агрегату будь-якої техніки – двигуна.

Двигун є найбільш складним агрегатом в конструкції будь-якої машини, експлуатація в складних умовах призводить до швидкого зношування деталей двигуна, на двигун припадає 66% всіх відмов тракторів та автомобілів рисунок 1

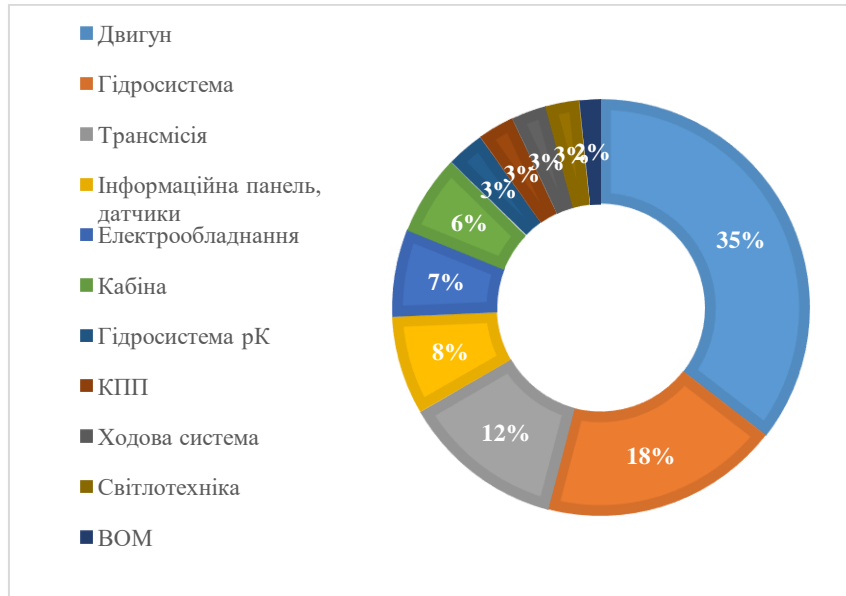


Рис 1. Частка відмов агрегатів сільськогосподарської техніки [2]

За даними моніторингу якості в умовах експлуатації сільськогосподарської техніки, майже дві третини відмов припадають на три основні частини: двигун (35,1%), гідросистему (18,4%) і трансмісію (12,4%). Інші частини машини виявилися досить міцними та надійними.

Дані по відмовах в двигунів внутрішнього згорання представлені в найбільш зручному для аналізу вигляді – діаграми на рисунку 2.

Аналізуючи дані представлені на рисунку 2 очевидно, що розподіл відмов деталей двигуна становить: ЦПГ 20% до 25%, паливної апаратури - від 25 - 30%, і ГРМ до 15% [2]. Для зменшення кількості поломок, необхідно підвищити якість ремонту перелічених систем.

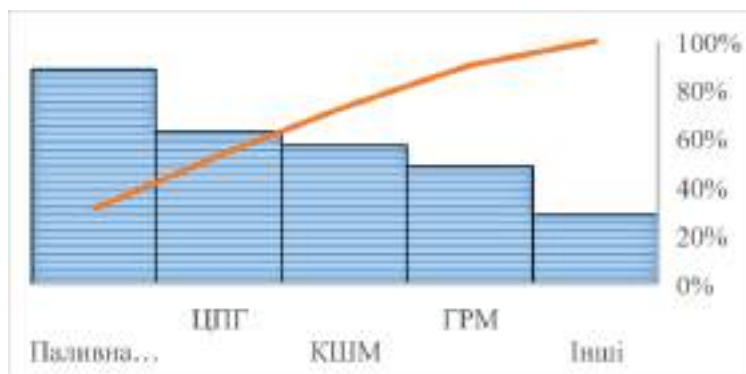


Рис. 2. Діаграма Парето за часткою відмов ДВЗ.

Надійність двигуна та його складових систем залежить від конструктивних особливостей, умов та режимів експлуатації, періодичності ТО, та від якості виконаних ремонтних робіт.

Таким чином, можна зазначити, що зношування деталей циліндро-поршневої групи є одним з ключових факторів, що безпосередньо впливає на надійну та безвідмовну роботу двигуна.

У зв'язку з низьким рівнем технічної надійності вітчизняної сільськогосподарської техніки, виробники все більше надають перевагу іноземній техніці, ремонт та експлуатація якої не лише значно дорожчі, а й вимагають більш фахового підходу [1-3].

Кожного сезону до 65% парку сільськогосподарської техніки потребує ремонту. Згідно з даними, 85–90% відмов вузлів і деталей викликано виробничими дефектами, що обумовлені недотриманням геометричних розмірів (до 31%), недосконалістю технологічного процесу виготовлення (до 20%), низькою якістю збірки, незадовільною роботою технологічного обладнання, оснащення (до 17%), та іншими порушеннями виробничих процесів (до 22%) [1-3].

Забезпечення якості, надійності та безвідмовності сільськогосподарської техніки є однією з основних вимог сільгоспвиробника та завдань підвищення економічної ефективності розвитку техніки та технологій [1-3]. Рівень якості напряму залежить від рівня технологічного розвитку кожної країни та є важливим фактором конкурентоспроможності як на внутрішніх, так і на міжнародних ринках. Найбільші проблеми в експлуатації сільськогосподарських автомобілів пов'язані з ремонтом двигунів внутрішнього згорання, де однією з важливих характеристик є стан деталей циліндро-поршневої групи, що становить приблизно 1/3 всіх відмов в двигуні [2,3].

Статистичні методи управління якістю є необхідною складовою частиною управління процесом якості виробництва. Вони застосовуються для аналізу зміни показників від виробу до виробу випадковим чином та для зроблення висновків щодо всієї партії продукції [3].

Статистичні методи управління якістю охоплюють набір методів для виявлення особливих факторів, які дозволяють визначити стан процесу і внести корективи з метою покращення результатів.

У разі ремонту застосування статистичних методів починається з використання семи базових інструментів: розшарування, причинно-наслідкова діаграма (діаграма Ісікава або «риб'ячий скелет»), діаграма Парето, гістограма, діаграма розкиду, контрольні листки і контрольні карти [3-5]. Для аналізу даних зазвичай застосовуються не один, а кілька статистичних методів одночасно.

Розглянемо кожен статистичний метод докладніше. За методом розшарування дані групуються в залежності від умов їх отримання, після чого проводиться аналіз кожного шару окремо. Це дозволяє виявити причину виникнення дефекту шляхом виявлення різниці між «шарами».

При аналізі певного фактора, за яким проводиться розшарування, зазвичай визначаються фактори другого порядку, що впливають на розбіжність показників якості, які, в свою чергу, впливають на фактори першого порядку.

Причинно-наслідкова діаграма (діаграма Ісікава або «риб'ячий скелет») дозволяє ідентифікувати та систематизувати фактори і умови, що впливають на

визначену проблему [3-5].

Якість деталей підтримується протягом ремонту і є результатом взаємодії системи чинників та причин, що впливають на процес.

На діаграмі причинно-наслідкового зв'язку, показаній на рисунку 3, відображена залежність якості ремонту від різних факторів і умов.

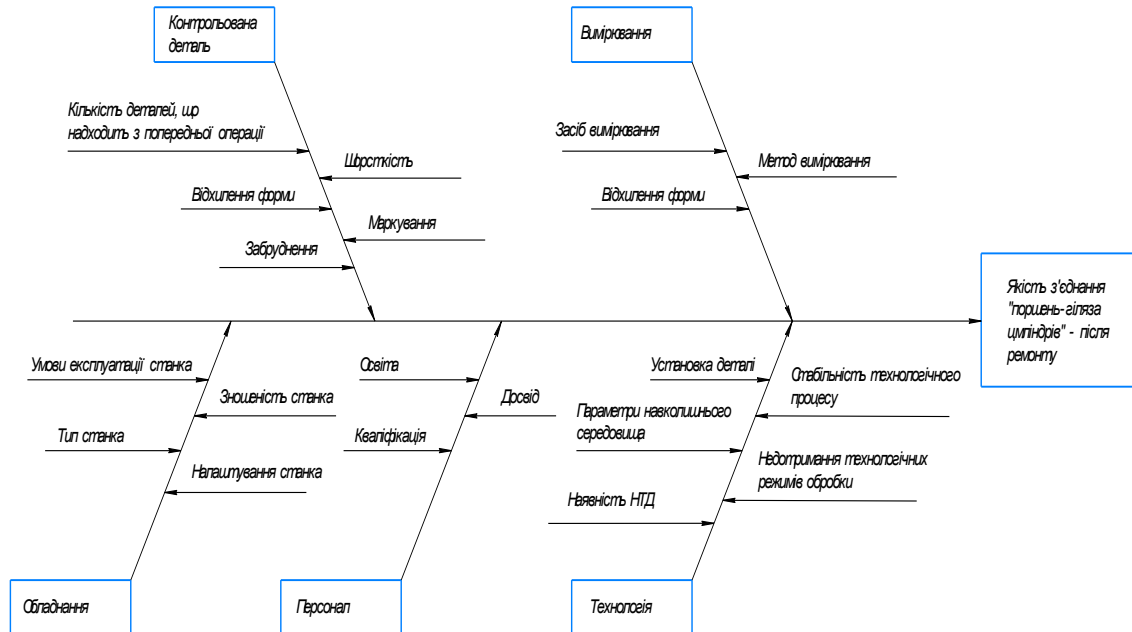


Рис. 3. Діаграма Ісикава - параметри, що впливають на якість з'єднання поршнів - гільза циліндрів після ремонту [6]

Діаграма Парето широко використовується для аналізу причин браку, оскільки вона дозволяє ілюструвати відносну важливість усіх можливих причин виникнення браку та виявляти причини, які мають найбільший вплив [4]. Це допомагає визначити пріоритетні причини для подальшого усунення.

Для оцінки ефективності вжитих заходів порівнюються діаграми Парето, побудовані за даними до і після поліпшення процесу.

З отриманих даних на діаграмі Парето можна зробити висновок про формування невеликого списку причин, усунення яких дозволить значно зменшити кількість браку на виробництві. Виправлення причин браку слід проводити у порядку їх значимості, доки додаткові поліпшення процесу залишаються економічно обґрунтованими [4-6].

Діаграму Парето краще використовувати разом з діаграмою Ісикава, оскільки це дозволяє оцінити ефективність заходів з поліпшення якості продукції або послуг до і після внесення змін у технологічний процес.

За отриманими кривими розподілу можна зробити висновок про наявність браку та налаштованість процесу. Наприклад, наявність двох вершин на кривій розподілу може вказувати на об'єднання двох розподілів з різними середніми значеннями. У такому випадку необхідно провести розшарування за двома чинниками, вивчити причини відмінностей та вжити необхідні заходи для їх усунення.

Діаграма розкиду застосовується для виявлення зв'язку між різними

показниками, які можуть бути взаємозалежними [4-6]. Наприклад, для аналізу зв'язку між показниками якості та основними факторами виробництва часто використовується діаграма розкиду, основана на даних, отриманих з діаграми Ісікава.

Під час побудови діаграми розкиду значення параметра відображаються на вісі абсцис, а функції – на вісі ординат. Дані вимірювань позначаються точками на графіку, і для отримання достовірних результатів кількість даних повинна бути не менше 30. За зовнішнім виглядом діаграми розкиду можна зробити висновок про наявність або відсутність кореляційної залежності між двома параметрами.

Крім того, за допомогою діаграми розкиду можна оцінити характер кореляційної залежності, яка може бути пряма, зворотна або відсутня.

Контрольний листок – це інструмент для збору та систематизації даних, який допомагає в подальшому використанні зібраної інформації. На ньому фіксується інформація про контрольовані показники, дефекти виробу, причини дефектів та інше [5]. Існують різні форми контрольних листків, залежно від їх призначення, але важливо залучити виконавця до розробки такого листка.

Однак наявні види контрольних листків зараз не завжди дозволяють економічно оцінити внутрішні та зовнішні втрати від дефектів. Метою збору даних під час контролю може бути контроль і регулювання виробничого процесу, аналіз відхилень від встановлених вимог або контроль якості продукції.

Контрольні карти є важливим інструментом для статистичного контролю якості. Вони представляють собою графіки, на яких відображаються значення певної характеристики в часі разом з контрольними межами [5,6]. Ці карти дозволяють виявляти випадки спеціальних причин і вживати відповідні заходи для коригування технологічного процесу, щоб уникнути виходу за межі встановлених стандартів. В залежності від обраної стратегії аналізу та типів даних існують різні види контрольних карт.

Контрольні карти для кількісних даних включають в себе:

- карти середнього та діапазону або вибіркового стандартного відхилення;
- карти індивідуальних значень та ковзаючих діапазонів;
- карти медіани та діапазону.

Контрольні карти для альтернативних даних включають:

• карти частки невідповідних одиниць виробництва або кількості невідповідних одиниць;

- карти кількості відхилень або кількості відхилень на одиницю продукції.

Висновки. У результаті вивчення статистичних методів управління якістю та їх застосування в промисловому виробництві можна зробити наступні висновки:

1. Статистичні методи, такі як діаграми Парето, діаграми Ісікава, діаграми розкиду, контрольні карти та інші, є ефективними інструментами для аналізу та контролю якості продукції.

2. Використання статистичних методів дозволяє виявляти основні причини виникнення дефектів та приймати належні заходи для їх усунення.

3. Застосування контрольних карт дозволяє забезпечити стабільність технологічного процесу та вчасно виявляти відхилення в якості продукції.

4. Важливо враховувати специфіку виробництва та типів даних при виборі підходящого статистичного методу.

5. Загальний висновок полягає в тому, що використання статистичних методів управління якістю сприяє підвищенню якості продукції, зниженню витрат та забезпеченню конкурентоспроможності на ринку.

Список використаної літератури

1. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник / за ред. О.І. Сідашенко, О.А. Науменка. Харків: "Міськдрук", 2010. 744 с.

2. Паладійчук Ю.Б, Зінев М.В. Спеціалізовані ремонтні підприємства, стан і перспективи розвитку чи занепаду. *Сучасні проблеми землеробської механіки*: зб. наук. праць XVIII міжн. наук. конф. 16-18 жовтня 2017 р. Тернопіль: Крок, 2017. С. 240.

3. Сидорук О. В. Методика узгодження обслуговуючих і сервісних програм збирання ранніх зернових культур. *Механізація та електрифікація сільськогосподарського виробництва*. 2014. Вип. 99. С. 354-364.

4. Технічний сервіс в АПК: навч. посіб. / Л.В. Швець, Ю.Б. Паладійчук, О.О. Труханська. Вінниця: ВНАУ, 2019. 648 с.

5. Анісімов В. Ф., Музичук В.І. Визначення залишкового ресурсу паливної апаратури автотракторних дизелів математичним модельюванням із застосуванням методу малих відхилень. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3 (110). С. 4-15.

6. Технологія розбирання сільськогосподарських машин (частина третя): веб-сайт. URL: <https://hydro-maximum.com.ua/ua/a343465-tehnologiya-razborki-selskohozyajstvennyh.html> (дата звернення: 14.03.2024).

Владислав ГУДИМА⁸,

Студент 3 курсу,

Інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ОБРОБІТКУ ЗЕРНОВИХ КОРМІВ

Анотація: Проаналізовано основні способи теплового обробітку зернових кормів. Показано, що тепловий обробіток дозволяє перевести крохмаль зерна у зручну для засвоєння організмом тварин форму. Відзначено, що тепловий обробіток дозволяє зберегти в продуктах переробки зерна біологічно цінні речовини, вітаміни, амінокислоти, зокрема незамінні. Крім того, здійснюється

⁸Науковий керівник: Кондратюк Д.Г. к.т.н., доцент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

клеїстеризація і декстринізація крохмалю та відбувається збільшення вмісту відновлювальних цукрів.

Ключові слова: зерно, крохмаль, тепловий обробіток, поживність.

Annotation: *The main methods of heat treatment of grain fodder are analyzed. It is shown that heat treatment allows to convert grain starch into a form convenient for assimilation by the body of animals. It is noted that heat treatment allows to preserve biologically valuable substances, vitamins, amino acids, in particular irreplaceable ones, in grain processing products. In addition, pasteurization and dextrinization of starch is carried out and the content of reducing sugars increases.*

Key words: *grain, starch, heat treatment, nutrition.*

Вступ. В структурі кормового балансу більше половини припадає на зерно. Тому збільшення його поживної цінності, безперечно, впливає на підвищення поживної цінності комбікормів. Крім того, проблема підвищення поживної цінності кормів особливо проявляється при виробництві комбікормів для молодняку тварин і птиці, оскільки в них недостатньо розвинена секреція ферментів для перетравлення крохмалю – основного компоненту зерна злакових культур.

Тепловий обробіток зернових кормів дозволяє перевести крохмаль зерна у зручну для засвоєння організмом форму, а відтак підвищити рівень його засвоєння організмом тварин.

Виклад основного матеріалу. До теплових методів обробітку зернових кормів відноситься: підсмажування на металевій поверхні, обсмажування гарячим повітрям, екструдкування, обробка ІЧ-променями (мікронізація) та експандування [1,2].

Критеріями оцінки кожного з перерахованих способів теплової обробки служать: зміна властивостей білкових речовин (перетравність, склад); зміна властивостей крохмалю (перетравність, ступінь декстринізації і клеїстеризації). Сумарний ефект теплової обробки оцінюють збільшенням показника приросту живої маси сільськогосподарських тварин, зниженням питомих витрат і витрат на виробництво корму [2].

Підсмажування зерна здебільшого застосовують при виробництві комбікормів для поросят. Згідно зоотехнічним вимогам і технології вирощування поросят сисунів до двомісячного віку в їх раціон годівлі необхідно щодобово вводити 50...120 грам піджареного зерна.

Найчастіше підсмажують лущене зерно ячменю, яке після теплової обробки набуває смаку, який люблять поросята.

Підсмажування надає зерну приємний смак, підвищує засвоюваність крохмальних речовин. Крім ячменю підсмажують пшеницю, горох і боби. Перед підсмажуванням зерно змочують у воді для збагачення вологою (набухання), потім насипають на залізний лист або чавунну плиту тонким шаром і підігрівають, постійно перемішуючи, до набуття ним світло-бурого або коричневого забарвлення. Підсмажують зерно поросятам-сисунам і відлученим

поросяттам [3].

Одним із суттєвих недоліків підсмажування є високі втрати термолабільних амінокислот, вітамінів і значне зниження перетравності білка – з 70...75 % у вихідному зерні до 40...3 % в обробленому.

У сучасних технологіях обсмажування широкого поширення набуло використання інертних високотемпературних теплоносіїв, а саме перегрітої пари. Це пояснюється тим, що перегріта пара має високий коефіцієнт тепловіддачі, значну питому теплоємністю і економічно вигідний енергетичний ККД, що дозволяє виключити окислення жирів за рахунок дотримання анаеробних умов (відсутність кисню). На першому етапі процесу обсмажування з зерна ячменю активно випаровується поверхнева волога, при цьому забезпечується відведення від продукту, утвореної водяної пари. Як правило, цього можливо досягти за рахунок збільшення швидкості теплоносія.

Продукт, отриманий в результаті використання запропонованої технології, володіє привабливими органолептичними характеристиками: рівномірним світло-коричневим забарвленням і запахом обсмаженого ячменю.

На останньому етапі обсмажування висока температура теплоносія сприяє активізації розщеплення вуглеводів, що позитивно впливає на засвоюваність зерна ячменю сільськогосподарськими тваринами.

Мікронізація – особливий метод гідротермічної обробки, при якому відбуваються глибокі незворотні зміни структури і властивостей зерна. Назва процесу пов'язано з тим, що перед плющенням зерно або крупу нагрівають в мікрохвильовому діапазоні інфрачервоного випромінювання. Протягом 35 ... 60 секунд температура досягає 170...180 °С. При цьому волога в зерні переходить в псевдо подібний стан, тиск всередині зерна зростає, в результаті чого воно спучується і стає пластичним. При подальшому плющенні зерно вибухає, плющена крупа набуває мікропористої структури.

Оптимальна температура нагріву зерна при мікронізації є наступною: для гороху і кукурудзи-150, пшениці-170, ячменю-175, вівса-185 °С.

Певну роль при мікронізації відіграє декстринізація крохмалю. На утворення декстринів помітно впливає температура нагріву зерна, особливо при його високій вологості. Якщо при нагріванні до 130 °С зерна ячменю вологістю 30 %, вміст декстринів в ньому досягає 6 %, то при температурі нагріву понад 180 °С - 13 %, тобто в 2 рази більше. Крім того, при підвищенні температури істотно зростає водопоглинальна здатність крохмалю. Наприклад, якщо в звичайних умовах кукурудзяний крохмаль сорбує до 35...40 % води, то при нагріванні до 60 °С він здатний поглинути до 300 % води, а при 70 °С - до 1000 % в розрахунку на суху масу [3].

Екструдер (від латинського extrudo – виштовхування, видавлювання) – машина, що поєднує термо-, гідро- і механічний обробіток сировини з метою одержання продуктів з новою структурою й властивостями [4, 5].

Екструзія – складний процес, який відбувається в результаті дії механічних зусиль при умові наявності вологи і дії високої температури. В екструдері сировина нагрівається за рахунок перетворення механічної енергії в тепло, яке

виділяється в результаті внутрішнього тертя і пластичної деформації сировини (автогенний режим роботи) або за рахунок зовнішнього підводу теплоти (політропний режим роботи) [4, 6].

Методи екструзії сировини, що містить крохмаль і зернопродукти, можна розділити на три основні типи: холодне формування (холодна екструзія), теплова обробка при низькому тиску (теплова екструзія), теплова обробка та формування при високому тиску (гаряча екструзія).

При холодній екструзії відбуваються механічні зміни в сировині внаслідок повільного її переміщення під тиском та формування з неї продукту заданих форм. Екструдат має підвищену пластичність і низьку в'язкість. Масова частка вологи у сировині може становити від 30 до 60 %. Температура продукту в процесі холодної екструзії становить на виході з екструдера від 20 до 60 ° С при тиску до 6 МПа. При холодній екструзії часто при сталому режимі роботи застосовують примусове охолодження сировини і екструдера, а при теплій і гарячій, навпаки, примусове підведення ззовні тепла до перероблюваного матеріалу. Здійснюють це в основному для прискорення виходу екструдера на технологічний режим роботи.

При варильній екструзії вихідна сировина має вологість 20 - 30 %. Температура продукту на виході з екструдера становить від 70 до 110 ° С, тиск екструдуювання також зростає і дорівнює 8-14 МПа. Високий тиск і температура призводять не тільки до механічного, а й до хімічного перетворення продукту. Екструдат, що виходить, відрізняється невеликою щільністю, незначним збільшенням в об'ємі, пластичністю, а також пористою будовою.

Процес гарячої екструзії належить до баротермодинамічних методів обробки, що включає як статичний режим впливу, так і динамічний ефект тиску та температури. Основою гарячої екструзії є два процеси – механо - хімічна деформація і «вибух», або декомпресійний вплив, що відбувається на ділянці ударного розрядження. Ці процеси неперервні, здійснюються під дією деформаційних напружень та тепла при певних швидкостях їх підведення і відведення та тиску [6].

Одержуваний в процесі гарячої екструзії продукт (екструдат) відрізняється зниженою щільністю, пористою будовою. Масова частка вологи в матеріалі, що екструдуюється, становить 10-20 %. Температура продукту на виході з екструдера знаходиться в межах від 110 до 200 ° С, тиск 12-25 МПа. Екструдат на виході з фільтри спучується зі значним збільшенням об'єму за рахунок різкого скидання внутрішнього тиску, що веде до вибухового випаровування вологи з екструдату, що виходить із екструдера і утворення пористої структури [7].

Гаряче екструдуювання порівняно новий технологічний процес обробки харчових та кормових продуктів. Його застосування дозволяє розширити асортимент та здешевити виробництво корму для тварин, продуктів швидкого приготування та дитячого харчування.

Для екструзії сировини з високим вмістом крохмалю застосовується в основному шнековий екструдер, його принципова схема наведена на рисунку.

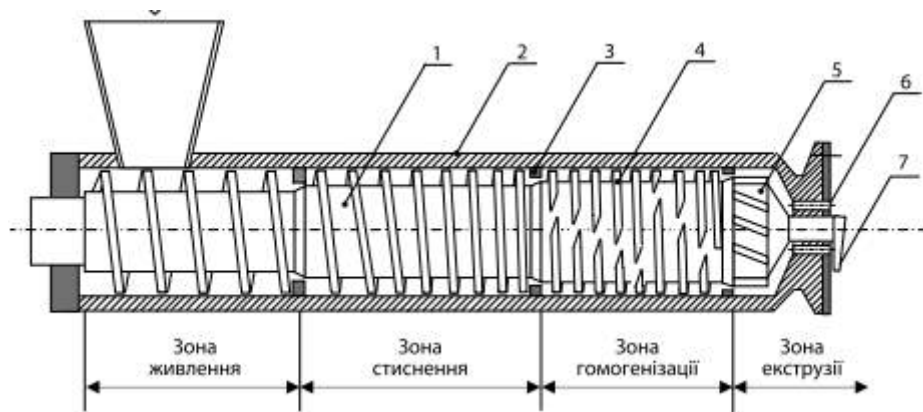


Рис. 1. Схема одношнекового екструдера і технологічні зони за його довжиною [4]:
1 – набірний шнек перемінного поперечного перерізу; 2 – корпус; 3 – шайба;
4 – виток шнека; 5 – лопатки гомогенізатора; 6 – (фільтри); 7 – ніж.

Шнек (1) спеціальної конструкції обертається в циліндричному корпусі (2), на одному кінці якого розташовується живильна горловина для завантаження сировини, а на протилежному боці з торця кріпиться фільтри 6. Попередньо перемішана сировина подається в зону живлення, де вона додатково перемішується за допомогою шнека, який обертаючись подає її до фільтри. При цьому шнек стискає, пластифікує і видавлює гомогенізовану сировину через отвори певних розмірів і форми.

З врахуванням фаз перетворення продукту процес екструзії (рис.) можна розділити на ряд технологічних зон: завантаження (живлення), стиснення, гомогенізація та власне екструзія [4].

Відмінною особливістю цих зон є те, що оброблюваний матеріал у кожній з них характеризується різним фізико-хімічним станом та структурно-механічними властивостями, і якість екструдату залежить від того, як відбувається обробка продукту в цих зонах.

Робота шнека в першій зоні повинна забезпечити безперервну і рівномірну подачу оброблюваного матеріалу в наступні зони в кількості, необхідної для заповнення корпусу екструдера. В цій зоні змін у продукті практично не спостерігається. Задовільна робота екструдерів забезпечується певним співвідношенням коефіцієнтів тертя між матеріалом та циліндром, матеріалом та шнеком. Необхідно прагнути зменшення другого з них при максимальному значенні першого.

Еластичного стану продукт набуває в зоні стискання. Тут відбувається руйнування кліткової структури продукту, його крохмального і целюлозно-лігнінового компонентів, а тому перебіг процесу обробки сировини в другій зоні шнека багато в чому визначається фізико-хімічними властивостями крохмалю, що міститься в ньому.

В зоні гомогенізації продукт набуває в'язкотекучого стану, при якому відбуваються структурні перетворення білків і клейстеризація крохмалю. Гомогенізація матеріалу в екструдері дозволяє створювати композиції найрізноманітнішого складу, вводити рослинні добавки, біологічно активні речовини: вітаміни, незамінні амінокислоти, мікроелементи і т. п.

Механізм клейстеризації крохмалю - це комплекс процесів, що включають набухання, деструкцію зерен крохмалю, їх часткове розчинення та утворення тривимірної структури однофазної дисперсії.

Клейстеризація крохмалю в екструдері обумовлена трьома факторами: наявністю значних механічних впливів на матеріал, що обробляється, низьким вмістом вологи в ньому, високими температурами обробки. За таких умов процесу активізується термомеханічна деструкція зерен крохмалю та його полісахаридних молекул, тоді як їх набухання та розчинність у воді будуть дуже обмеженими. Під впливом механічних зусиль, тепла та вологи крохмаль і крохмалевмісна сировина перетворюються на гомогенну масу.

Основні та найбільш важливі зміни відбуваються в зоні екструзії, при швидкому переході продукту із зони високого тиску в зону атмосферного. В результаті акумульована в продукті енергія вивільнюється зі швидкістю, приблизно рівною швидкості вибуху.

Доведено, що розширення продукту на виході з фільтри є наслідком зміни фізичних властивостей води. В екструдері температура продукту може перевищувати температуру оточуючого середовища на 200°C. За цих термічних умов і під дуже великим тиском вода може бути лише в рідкому стані. Коли суміш виходить із фільтри і попадає в зону атмосферного тиску, вода зразу ж випаровується, виділяючи значну кількість енергії [6]. Це призводить до утворення нової високопористої структури та збільшення поперечних розмірів екструдату.

Принцип дії експандера аналогічний екструдеру, але вихід продукту проводиться не крізь отвори матриць, а кільцевий зазор, регульований за допомогою гідравлічної системи.

Експандер рекомендується використовувати в лінії гранулювання для теплової обробки корму перед пресуванням, а також як самостійну машину для отримання крупки. Його застосування призводить до збільшення введення в гранульовані комбікорми жиру та меляси до 20 %; підвищення продуктивності преса, зменшення товщини матриці та зниження зносу пресуючих роликів і матриць.

Висновки: Проаналізувавши фізико-механічні та біохімічні зміни зерна, що відбуваються при інтенсивній дії теплоти, необхідно відзначити наступні переваги теплового обробітку:

- збереження біологічно цінних речовин, вітамінів і амінокислот, зокрема незамінних;
- клейстеризація і декстринізація крохмалю;
- збільшення вмісту відновлювальних цукрів (глюкоза);
- радикальні зміни макроструктури ендосперму зерна.

Список використаної літератури

1. Єгоров Б.В. Нові напрямки удосконалення та розвитку комбікормових технологій. *Зернові продукти і комбікорми*. 2011. № 2 (42). С. 21-23.

2. Червінський Л.С., Сторожук Л.О., Петриченко С.В. Дослідження тенденцій застосування нових технологій переробки зерна. *Праці ТДАТУ*. 2010. Вип. 10 Т.160. С. 61-65.

3. Єгоров Б. В. Технологія виробництва комбікормів : підручник для студентів вищ. навч. закл. напряму «Харчова технологія та інженерія». Одеса: Друк. дім. 2011. 448 с.

4.Єгоров Б.В. Науково-практичні основи технологічних процесів екструдуювання та експандування зерна і комбікормів. *Технології*. 2011. №7. С. 9-12.

5. Подвальна О.О., Шаран А.В. Екструдуювання нетрадиційної крохмалевмісної сировини. *Молодий вчений*. 2017. № 1 (41). С. 59-62.

6. Зносостійкість деталей екструдерів і термопластавтоматів в абразивному середовищі. /під загальною редакцією В.Г. Каплуна. Хмельницький: ХНУ, 2014. 244 с.

7. Кондратюк Д.Г., Дмитренко В.П. Вплив технологічних параметрів процесу екструзії та технічних параметрів екструдера з пружним гвинтовим елементом на індекс розширення екструдату. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 2 (109). С. 97-104.

Владислав МАРУСЯК⁹,

Студент 1-го курсу,

Інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ГРАНІТНІ АКУМУЛЯТОРИ ТЕПЛА ДЛЯ ГЕЛІОПІДГРІВАЧІВ ПОВІТРЯ

***Анотація.** У цій статті розглядається один із способів покращення енергетичної ситуації в сільському господарстві України, а саме використання гранітних накопичувачів для підвищення енергоефективності сонячних водонагрівачів.*

Останніми роками у світі неухильно зростає частка енергії, виробленої з нетрадиційних джерел енергії. Однак, на жаль, в Україні ця частка значно нижча, ніж у країнах першого світу. Особливо актуальною ця проблема є для сільського господарства. Основними відновлюваними джерелами енергії в українському аграрному секторі є біопаливо (тверде, рідке та газоподібне), енергія вітру та сонця. Труднощі з доступом до сонячної енергії в нічний час є одним з основних обмежень, що перешкоджають широкому використанню фотоелектричних установок. У цій статті розглядається теоретичне

⁹Науковий керівник: Спірін А.В., к.т.н, доцент кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві.

обґрунтування вибору раціонального розміру і форми гранітних теплоакumuлюючих елементів.

Ключові слова: Гранітні акумулятори тепла, геліонідігрівачі повітря, енергоефективність, відновлювана енергія, сонячна енергія, енергозбереження.

Annotation. This article discusses one of the ways to improve the energy situation in Ukrainian agriculture, namely the use of granite storage tanks to increase the energy efficiency of solar water heaters.

In recent years, the share of energy produced from non-traditional energy sources has been steadily increasing in the world. Unfortunately, however, in Ukraine this share is much lower than in the first world. This problem is especially relevant for agriculture. The main renewable energy sources in the Ukrainian agricultural sector are biofuels (solid, liquid and gaseous), wind and solar energy. Difficulties with access to solar energy at night are one of the main constraints that prevent the widespread use of photovoltaic installations. This article discusses the theoretical justification for choosing the rational size and shape of granite heat storage elements.

Key words: Granite heat accumulators, solar air heaters, energy efficiency, renewable energy, solar energy, energy saving.

Вступ. Людське життя можна розглядати як безперервний процес споживання та перетворення енергії. Кількість споживаної енергії є однією з найважливіших характеристик цивілізації. Це можна підтвердити, наприклад, порівнявши споживання енергії на душу населення в різних регіонах світу. Найвищий показник спостерігається в США, де він становить приблизно 85 000 кВт-год на людину на рік [1]. У випадку України це значення становить приблизно 40 000 кВт-год [2]. Всі відновлювані джерела енергії можна розділити на три основні групи: викопне паливо, ядерна енергія та відновлювана енергія. До викопних видів палива відносяться вугілля, нафта і газ, які є основними джерелами енергії на сьогоднішній день. Світове виробництво енергії з цих джерел становить близько 82% від загального виробництва. На ядерну енергію припадає близько 6 % світового виробництва. А на відновлювані джерела енергії припадає трохи менше 13% виробництва енергії [3,4]. Структура виробництва енергії в Україні суттєво відрізняється від середньосвітової. На атомну енергетику припадає 49,4% загального виробництва, тоді як частка альтернативних джерел енергії становить лише 1,2% [5]. Крім того, слід зазначити, що використання відновлюваних (альтернативних) джерел енергії наразі є актуальним питанням в Україні, оскільки країна має відносно невеликі запаси викопних джерел енергії.

Основними джерелами відновлюваної енергії в українському агровиробництві є біогаз, біопаливо, вітрова та сонячна енергія. Використання вітрової енергії в промислових масштабах стримується невеликою потужністю джерела енергії та його нерівномірним географічним розподілом. Лише сонячна енергія доступна в Україні майже скрізь і в будь-який час (як правило, вдень). Це (те, що сонячні теплогенератори працюють тільки вдень) є основним недоліком різних пристроїв, які використовують сонячну енергію для нагріву повітря, води

або інших теплоносіїв, або для перетворення сонячної енергії безпосередньо в електрику.

Теплові акумулятори використовуються для подовження часу роботи обігрівачів. Принцип роботи полягає в тому, що вдень частина сонячної енергії використовується для нагрівання енергозберігаючого матеріалу, а вночі ця енергія використовується для виконання технічного призначення. У цій статті описано вибір оптимального за основними параметрами теплового акумулятора, який використовується для теплогенераторів для сушіння сіна.

Виклад основного матеріалу: Акумуляючі пристрої широко використовуються у “великій” енергетиці. Включення їх в енергосистему підвищує надійність та стабільність енергопостачання споживачів, дає можливість регулювати режими роботи енергетичних установок шляхом зрізання піків графіка завантаження розрядом акумулятора і заповнення провалів графіка зарядом акумулятора.

Найважливішими характеристиками теплоакумулятора є [1]: діапазон робочих температур, теплоємність на одиницю маси або об'єму, спосіб подачі та відбору тепла і відповідна різниця температур, температурна стратифікація в теплоакумуляторі, потужність, необхідна для подачі та відбору тепла, засоби регулювання теплових втрат в теплоакумуляторі та вартість виробництва і експлуатації.

Конструкція теплонакопичувача і вибір його матеріалів залежать від рівня температури, розміру (габаритів) установки і тривалості періоду зберігання тепла. Чим вища температура зберігання тепла, тим складніше забезпечити більш тривалий період зберігання тепла через більші тепловтрати. Покращення характеристик ізоляції зменшує тепловтрати і, таким чином, подовжує термін зберігання накопиченої теплової енергії. Таким чином, тривалість зберігання тепла, яку вимагає технологія, залежить від типу, конструкції та вартості теплонакопичувача.

При виборі матеріалів для зберігання тепла необхідно знайти розумний компроміс між ціною та якістю. Останнім часом в якості матеріалів для зберігання тепла використовують камінь, воду, газ та евтектичні солі. Водяні теплові акумулятори через свою велику масу потребують великих ємностей, які повинні бути компактно встановлені та захищені від корозії. Ефективним способом створення водяних теплових акумуляторів будь-якої ємності та форми є використання пластикових пляшок з-під напоїв [1]. Цей метод допомагає вирішити проблему утилізації пластикових пляшок.

Однак самі по собі теплові акумулятори не можуть суттєво підвищити ефективність сонячних установок. Найбільший ефект досягається за рахунок гармонійного поєднання раціональної конструкції геліоустановки та акумуляційних нагрівачів [4].

При активному вентиляванні сіна доцільно використовувати сонячні водонагрівачі з акумуляторами, які можна експлуатувати в нічний час. В даній роботі розглядається проблема вибору раціональних характеристик гранітних акумуляючих нагрівачів при сушінні сіна активним вентиляванням з підігрівом

повітря в геліоустановках.

Використання нетрадиційних джерел енергії дозволяє зменшити споживання палива та витрати при переробці сільськогосподарської продукції. Найбільш поширеними теплогенераторами в сільському господарстві є ті, що використовують сонячну енергію для нагрівання повітря, яке використовується для сушіння продукції, в тому числі сіна.

Однак сонячні теплогенератори можна використовувати лише протягом 8-10 годин на добу. Для того, щоб використовувати сонячні нагрівачі більш ефективно, доцільно використовувати теплоакumuлюючі матеріали, тобто елементи, які генерують тепло і зберігають енергію протягом дня, а вночі віддають енергію, продуваючи холодне повітря. Одним з найкращих теплоакumuлюючих матеріалів є граніт. Для ефективного використання гранітних теплоакumuлюючих матеріалів необхідно знати час їхньої тепловіддачі та оптимальний розмір каменю.

Коли тіло піддається впливу теплоносія певної температури t_T , спочатку нагрівається поверхня тіла (температура t_n), а потім починає зростати температура t_c в центрі тіла. Зі збільшенням часу нагрівання температури t_n і t_c зрівнюються і дорівнюють t_T при $\tau \rightarrow \infty$ (τ - час нагрівання). Для практичних цілей необхідно знати час τ_2 : якщо охолоджуюча рідина продовжуватиме відкачуватися після τ_2 , то температура тіла і його ентальпія залишатимуться постійними, а енергія, витрачена на нагрівання і відкачування охолоджуючої рідини, витратиться даремно.

В процесі нагрівання температура тіла змінюється лише на $10,20^\circ$, тому теплофізичні параметри температури тіла і охолоджувальної рідини можна вважати постійними. Елемент батареї також вважатимемо сферою радіуса r_0 .

Початково ($\tau = 0$) температура сфери радіусом r_0 розподілена рівномірно і дорівнює t_0 . Куля знаходиться у середовищі з постійною температурою $t_T > t_0$. Теплообмін між поверхнею кулі та охолоджуючою водою відбувається з постійним коефіцієнтом тепловіддачі $a = \text{const}$. Знайти розподіл температури $t = f(r, \tau)$ у сфері.

Введемо поняття надмірної температури тіла

$$\vartheta = t_T - t, \quad (1)$$

де t – поточна температура тіла.

Диференціальне рівняння теплопровідності кулі в сферичних координатах:

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \cdot \frac{\partial \vartheta}{\partial r} \right) \quad (2)$$

Початкові умови

$$\vartheta_0 = t_T - t_0 \text{ при } \tau=0 \quad (3)$$

Граничні умови

$$\left(\frac{\partial \vartheta}{\partial r} \right)_{r=r_n} = -\frac{a}{\lambda} \vartheta_{r=r_n} \quad (4)$$

$$\left(\frac{\partial \vartheta}{\partial r} \right)_{r=0} = 0 \quad (5)$$

Рівняння (4) відображає умови теплообміну на поверхні кулі, а рівняння (5) характеризує симетрію розподілу температури в тілі.

Розв'язання рівняння (2) з граничними умовами (3-5) може бути представлено у такому вигляді:

$$\theta = \frac{\vartheta}{\vartheta_0} = \frac{t_T - t(r, \tau)}{t_T - t_0} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2(\sin \mu_n - \mu_n \cos \mu_n) \sin(\mu_n R)}{(\mu_n - \sin \mu_n \cos \mu_n) \mu_n R} \exp(-\mu_n^2 F_0), \quad (6)$$

де $R = \frac{r}{r_0}$ – (r – поточний радіус, r_0 – радіус кулі);

$F_0 = \frac{a\tau}{r_0^2}$ – критерій Фур'є;

μ_n – корені характеристичного рівняння.

$$tg \mu = -\frac{\mu}{(B_i - 1)}, \quad (7)$$

де $B_i = \frac{a \cdot r}{\lambda}$ – критерій Біо.

Як показує аналіз рівняння (6) при $F_0 > 0.25$ (а в наших умовах це буде вже при $\tau > 20$ хв.) ряд швидко збігається і може бути замінений першим членом ряду.

Якщо відомі теплофізичні властивості тіла і охолоджуючої води та умови теплообміну між ними, то температуру в будь-якій точці тіла можна визначити за допомогою рівняння (6). В даній задачі нас більш всього цікавить центр кулі, тому що він досягає температури t_T при найбільших τ . Для центра кулі $R = \frac{r}{r_0} = 0$, тому:

$$\frac{\sin \mu_1 R}{\mu_1 R} = 1 \quad (\text{тому що } \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1) \quad (8)$$

Тоді для центра кулі вираз (6) спрощується і буде мати вигляд:

$$\theta_u = \frac{\vartheta_u}{\vartheta_{0u}} = \frac{2B_i \sqrt{\mu_1^2 + (B_i - 1)^2}}{\mu_1 + B_i^2 - B_i} \exp(-\mu_1^2 F_0) \quad (9)$$

Для перевірки рівняння (6) та визначення оптимального розміру елемента батареї було проведено ряд експериментів з камінням різного розміру. Еквівалентні діаметри каменів складають 0,112 м, 0,18 м, 0,20 м, 0,25 м, 0,30 м та 0,34 м. Каміні нагрівали в сушильній шафі SHSS-80P і одночасно реєстрували температуру за допомогою термопар НК, розміщених на різній глибині.

Зі збільшенням часу нагрівання різниця між розрахованою та фактичною температурами зменшується, і час заряджання акумулятора можна визначити за допомогою рівняння (9).

Загальний вигляд термограми нагріву та охолодження каменю показано на рис. 1.

Критерії оптимізації були обрані на основі наступних міркувань. Чим

швидше нагрівається елемент батареї і чим повільніше він охолоджується, тим більше він придатний для зберігання тепла. Тому в цей критерій повинно входити співвідношення $\tau_{ох} / \tau_{наг}$.

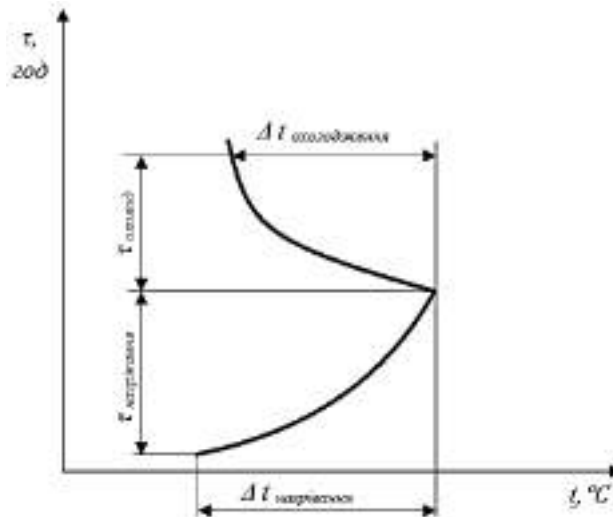


Рис 1. Термограма нагріву та охолодження зразків граніту

Із тих самих міркувань в критерій введено співвідношення $\Delta t_{наг} / \Delta t_{ох}$. Також було введено величину $(r_T / r_0)^3$ (де r_T – радіус розміщення термопари), яка характеризує, по-перше, об’єм каміння, а по-друге, місце знаходження термопари, тому що вони були розміщені в різних зразках на різній глибині.

Таким чином за критерій оптимізації було вибрано співвідношення

$$K = \frac{\tau_{ох}}{\tau_{наг}} \cdot \frac{\Delta t_{наг}}{\Delta t_{ох}} \cdot \left(\frac{r_T}{r_0}\right)^3 \quad (10)$$

Після проведення дослідів на зразках різного розміру було визначено, що раціональним для використання в акумуляторах тепла є каміння з еквівалентним діаметром 0,25...0,30 м. (рис. 2). Цьому еквівалентному діаметру відповідає камінь масою близько 30 кг.

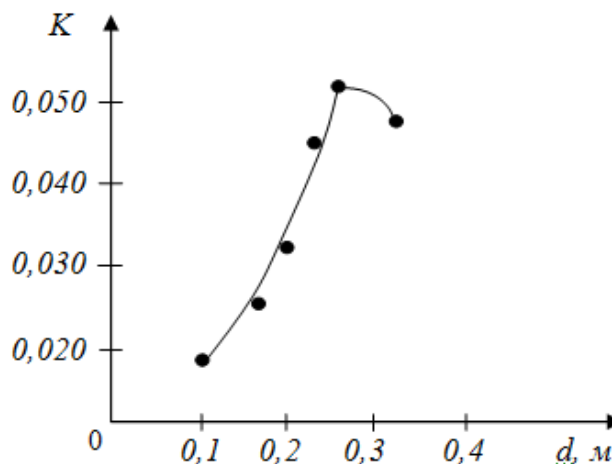


Рис 2. Залежність критерію K від еквівалентного діаметра зразка

На практиці використовували два типи теплонакопичувачів. У першому типі камені розміщувалися в закритому каналі, нагрівалися вдень гарячим повітрям, що виходило з теплогенеруючого пристрою, а вночі виводилися струменем холодного повітря. Другий тип - камені розміщуються в параболічному теплонакопичувачі і нагріваються прямими сонячними променями вдень, коли теплонакопичувальна плівка піднімається, і розряджаються холодним повітрям вночі, коли теплонакопичувальна плівка опускається.

Перший спосіб - зарядка акумулятора тепла шляхом продування гарячого повітря після теплогенератора через шар каміння (700 шт. гранітних брил з $d_e = 0,3$ м).

На вході в сонячний теплогенератор повітря має температуру $t_{ex} = 22^\circ\text{C}$, а на виході з теплогенератора – $t_{вих} = 22 + 10,9 = 32,9^\circ\text{C}$. Визначимо середню температуру повітря в теплогенераторі – температуру при якій відбувається теплообмін між повітрям і камінням.

$$\tilde{t}_n = \frac{t_{\text{вих}} - t_{\text{вх}}}{\ln\left(\frac{t_{\text{вих}}}{t_{\text{вх}}}\right)} = \frac{32,9 - 22}{\ln\left(\frac{32,9}{22}\right)} = 27,09^\circ\text{C} \quad (11)$$

Теплообмін між повітрям і камінням буде відбуватися по закону зовнішнього обтікання кулі. Критерій Нусельта при цьому буде визначатися виразом:

$$Nu_{n-k} = 2 + 0,03Re^{0,54}Pr^{0,33} + 0,35Re^{0,58}Pr^{0,36}, \quad (12)$$

де Pr – критерій Прандтля (для повітря $Pr = 0,71$).

Критерій Рейнольдса в цьому випадку буде мати значення:

$$Re = \frac{\vartheta_n d_e}{\nu} = \frac{0,423 \cdot 0,3}{15,61 \cdot 10^{-6}} = 8129,4 \quad (13)$$

Коефіцієнт теплообміну між гарячим повітрям і камінням теплогенератора:

$$a_{n-k} = \frac{Nu_{n-k} \cdot \lambda_n}{d_e} = 5,55 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}} \quad (14)$$

Далі визначимо як зміниться температура центра каміння після 10 годин нагрівання гарячим повітрям. Безрозмірна температура при нагріванні:

$$\theta = \frac{F_n - t(0;10)}{\tilde{t}_n - t_0} = \frac{2Bi \sqrt{\mu_1^2 + (Bi-1)^2}}{\mu_1 + Bi^2 - Bi} \exp(-\mu_1^2 F_0) = 0,0351, \quad (15)$$

де $\tilde{t}_n = 27,09^\circ\text{C}$ – температура гарячого повітря;

$t_0 = 22^\circ\text{C}$ початкова температура повітря;

$t(0;10)$ – температура центра каміння після 10 годин нагрівання;

$$t(0; 10) = \tilde{t}_n - \theta(\tilde{t}_n - t_0) = 26,91^\circ\text{C} \quad (16)$$

За 10 годин нагрівання температура центра каміння стане практично рівною температурі гарячого повітря. Це означає, що теплоаккумулятор повністю зарядиться. Ввечері через теплоаккумулятор продувають холодне повітря з $t_n^0 = 15^\circ\text{C}$. Будемо вважати, що акумулятор працює до тих пір, поки температура його центра не буде становити $t(0; \tau) = 16^\circ\text{C}$. Умови теплообміну такі ж самі, як і при нагріванні теплоаккумулятора.

Безрозмірна температура при охолодженні:

$$\theta = \frac{t_n^0 - t(0; \tau)}{t_n^0 - t_0} = \frac{15 - 16}{15 - 26,91} = 0,084 \quad (17)$$

Час охолодження теплоаккумулятора знаходиться із виразу:

$$\exp(-\mu_1^2 F_0^0) = \theta \frac{\mu_1 + Bi^2 - Bi}{2Bi \sqrt{\mu_1^2 + (Bi - 1)^2}} \quad (18)$$

Час ефективної роботи теплоаккумулятора – 5,8 год.

Кількість теплоти, яку віддасть теплоаккумулятор холодному повітря (вважаємо, що весь камінь охолонув до температури 16°C):

$$Q_{та} = M_{та} C_{ep} [t(0; 10) - t(0; 5,8)] \cdot (1 - \eta) = 168,09 \text{ МДж} , \quad (19)$$

де $M_{та} = N_k \rho_{ep} \frac{3}{4} \pi \cdot r_e^3 = 26705,7 \text{ кг}$ – маса каміння тепло акумулятора;

$\rho_{ep} = 2700 \text{ кг/м}^3$ – щільність граніту;

$C_{ep} = 641 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$ – теплоємність граніту;

$\eta = 0,1$ – частка тепла, яка втрачається у навколишнє середовище.

Кількість умовного палива, яка економиться за рахунок роботи сонячного теплогенератора з акумулятором тепла:

$$M_{yn} = \frac{Q + Q_{та}}{Q_{н,уп}^p} = \frac{19,23 \cdot 10 \cdot 3600 + 168090}{29300} = 29,37 \text{ кг}, \quad (20)$$

де $Q_{н,уп}^p = 29300 \text{ кДж/кг}$ – нижча робоча теплота згоряння умовного палива.

Тепер розглянемо другий варіант нагрівання каменю під прямими сонячними променями. Плівка сонячного теплогенератора піднята, а повітря через камінь не подається. Припустимо, що 25% тепла від каменю втрачається в навколишнє середовище шляхом конвекції і теплопровідності. Частина тепла від каменю також втрачається через власне випромінювання каменю. Для знаходження температури T каміння після 10 годин нагрівання сонячним промінням потрібно розв'язати таке рівняння:

$$0,76Q_{\text{та}}^c - Q_E = M_{\text{та}} \cdot c_{\text{гр}}(T - T_0), \quad (21)$$

Після підстановки в рівняння (25) всіх відомих величин і його вирішення отримуємо значення $T = 305,1\text{K}$ або $t_{\text{ep}} = 32,1^\circ\text{C}$.

Аналогічно першому варіанту визначимо час охолодження теплоакумулятора холодним повітрям з $t_n^0 = 15^\circ\text{C}$ до температури в центрі каміння $t(0; \tau) = 16^\circ\text{C}$.

$$\text{Безрозмірна температура } \theta = \frac{15-16}{15-32,1} = 0,0585.$$

Для знаходження часу охолодження каміння визначаємо спочатку критерій Фур'є, а потім і сам час охолодження.

Кількість теплоти, яку віддасть теплоакумулятор холодному повітрю:

$$Q_{\text{та}} = M_{\text{та}} c_{\text{гр}} [t(0; 10) - t(0; 4 - 7,55)] \cdot (1 - \eta) = 248,04 \text{ МДж} \quad (22)$$

Кількість умовного палива, яке можна зекономити за рахунок використання теплоакумулятора:

$$M_{\text{ун}} = \frac{248040}{29300} = 8,47 \text{ кг}$$

Розрахункові дані для визначення теплової потужності теплогенератора були перевірені на практиці. Різниця між розрахунковими та вимірними значеннями не перевищила $\pm 12\%$.

Порівнюючи рівняння (19) і (22) можна побачити, що відкрита батарея зберігає в 1,48 рази більше тепла, ніж герметична. Слід зазначити, що ці цифри не враховують енергію, необхідну для нагнітання гарячого повітря в тепловий акумулятор у першому випадку.

Використання теплового акумулятора дозволяє збільшити потужність сонячного генератора майже на 25%, скоротити час, необхідний для провітрювання сіна, і поліпшити його якість.

Висновки. В результаті теоретичних та експериментальних досліджень було отримано залежність розподілу температури в гранітному теплоакумуляторному елементі. Виходячи з цього, було встановлено, що раціональним розміром теплоакумуляторного елемента є гранітний блок, еквівалентний 0,3 м в діаметрі. Використання такого теплоакумуляторного елемента для сушіння сіна дозволяє додатково випарувувати понад 300 кг води, значно скорочуючи час вентиляції та покращуючи якість виробленого сіна.

Список використаної літератури

1. Адаменко О.М. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії: монографія. Івано-Франківськ: ІМЕ, 2010. 432 с.
2. Колєватова А.В. Використання альтернативних джерел енергії в аграрному секторі економіки. Глобальні та національні проблеми економіки. Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського. 2017.

Вип.16. С.558-563.

3. Дероган Д.В., Щокін А.Р. Перспективи використання енергії та палива в Україні з нетрадиційних та відновлювальних джерел. Новітні технології в сфері нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії. 2009. №2. С.30-38.

4. Kotov B., Spirin A., Kalinichenko R., Bandura V., Polievoda Y., Tverdokhlib I. Determination the parameters and modes of new heliocollectors constructions work for drying grain and vegetable raw material by active ventilation. Research in Agricultural engineering. 2019. 65. p.20-24.

5. Мисак Й.С., Пона О.М., Шаповал С.П., Кузнецова М.Я., Коваленко Т.П. Оцінка енергетичної ефективності геліопокрівлі за математичними та експериментальними дослідженнями. Энергосберегающие технологии и оборудование. 2017. №3/8 (87). С.26-32.

Олександр МЕЛЬНИК¹⁰,
студент 3 курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГИ В РОЗПОДІЛЬЧІЙ МЕРЕЖІ З РОЗОСЕРЕДЖЕНОЮ ГЕНЕРАЦІЄЮ

***Анотація.** На відміну від традиційних електричних систем, заснованих на централізованому виробництві електроенергії з великою та дуже великою потужністю, використання відновлюваних джерел енергії, що в основному базується на джерелах електроенергії меншої потужності, призвело до визначення нової концепції, відомої як розосереджена генерація. В даній статті йдеться про дослідження регулювання напруги в розподільчій мережі з розосередженою генерацією.*

***Ключові слова:** Розосереджена генерація, електрична мережа, електричні системи, енергетична інженерія, дистрибуційна мережа.*

***Annotation.** In contrast to traditional electrical systems based on centralized power generation with large and very large capacity, the use of renewable energy sources, mainly based on smaller power sources, has led to the definition of a new concept known as distributed generation. This article deals with the study of voltage regulation in the distribution network with distributed generation.*

***Keywords:** Distributed generation, electrical network, electrical systems, energy engineering, distribution network.*

***Вступ.** Загальновідомо, що на сьогоднішній день процес дослідження регулювання напруги в розподільчій мережі з розосередженою генерацією є*

¹⁰Науковий керівник: Колісник М.А. асистент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

особливо актуальним. Електроенергетичні системи поділяються на три основні частини: генерацію, передачу та розподіл. Генерація перетворює інші види енергії в електричну енергію та вводить її в мережу передачі, яка транспортує цю енергію до місць, де вона потрібна, і доставляє її до розподільної мережі, яка розподіляє енергію споживачам. Однак частина цієї енергії втрачається на цьому шляху, що призводить до падіння напруги. Це відбувається тому, що лінії мають певний характеристичний імпеданс, який є властивим матеріалу, використаному для конструкції, і розміру лінії. Напруга в деяких місцях на кінцях розподільних ліній може досягати критичних значень, особливо в сільській місцевості, оскільки вони знаходяться далеко від підстанцій. Іншим фактором, який сприяє цьому явищу, є радіальне переважання розподільних мереж без зв'язків з іншими розподільними системами, як це відбувається в кільцевих системах.

Метою даної статті є процес дослідження регулювання напруги в розподільчій мережі з розосередженою генерацією.

Виклад основного матеріалу. Розвиток розосередженої генерації в поєднанні з традиційним централізованим електропостачанням - загальносвітова тенденція. В даний час розосереджена генерація представлена об'єктами, що знаходяться поблизу кінцевого споживання, незалежно від власника.

Незважаючи на переваги відновлюваної розосередженої енергії, збільшення її обсягу призводить до серйозних змін характеристик електричної мережі. Це особливо помітно в мережах низької та середньої напруги. На сьогоднішній день основний метод регулювання напруги підтримка заданих рівнів напруги в контрольних точках розподільної мережі. Існуюча централізована система регулювання режимних параметрів не забезпечує ефективності управління напругою в мережах при наявності локальних джерел енергії [5].

Методи розрахунку закону регулювання напруги (РН) на шинах 6-20 кВ ЦЖ та вибору регулювальних відгалужень РТ(розподільний трансформатор) 6-20/0,4 кВ розглянемо на прикладі умовної схеми лінії 6-20 кВ, наведеної на рис. 2.1 а. У режимі максимального навантаження напруга лінії знижується в міру віддалення від ЦЖ. Його зниження на шинах 0,4 кВ РТ показано штриховою лінією на рис. 2.1, б. РТ мають п'ять регулювальних відгалужень, що дозволяють змінювати напругу кроком 2,5 %.

У лініях 0,38 кВ необхідно підтримувати напругу, що забезпечує припустимі відхилення $\pm 5\%$ у всіх ЕП, приєднаних до них. При цьому у найближчого ЕП (А1) необхідно підтримувати відхилення напруги, максимально близьке до $+5\%$, щоб у віддаленого ЕП (Б1) воно не вийшло за нижню допустиму межу -5% . Тому на шинах ЦЖ у режимі максимального навантаження необхідно підтримувати відхилення напруги вище $+5\%$ на величину втрат напруги від шин ЦЖ до найближчого ЕП мережі 0,4 кВ, %:

$$\delta U'_{ц.ж} = 5 + \Delta U'_{с.б.} + U'_T + \Delta U'_{н.б.} - E_T \quad (1)$$

Де $U'_{с.б.}, U'_T, +\Delta U'_{н.б.}$ – втрати напруги в лінії напругою 6...20 кВ від ЦЖ до РТ,

в самому РТ і лінії 0,38 кВ від шин 0,4 кВ РТ до найближчого ЕП, приєднаного до лінії [3].

Напруга у найближчих ЕП, приєднаних до РТ, що знаходяться на початку кожної зони, підтримується близькою до +5 %. Допустимі втрати напруги в лініях 0,38 кВ можуть досягати 10% і при цьому відхилення напруги у віддалених ЕП не вийде за -5%. Наприкінці зони відхилення напруги у найближчого ЕП не може перевищити +2,5 %, у цих лініях напругою 0,38 кВ допустимі втрати напруги не мають перевищувати 7,5 %. Так як протягом експлуатації втрати напруги в режимі максимального навантаження мережі змінюються, періодично доводиться змінювати і відгалуження РТ. При цьому конкретний РТ може потрапляти до різних місць своєї та суміжної зони. У зв'язку з цим допустимі втрати напруги в лініях напругою 0,38 кВ при їх проектуванні не повинні перевищувати 7,5%. Епюра напруги у віддаленого ЕП (Б1-БN+1) відображається пилкоподібною лінією 2.

На рис.1 зображено Спрощену схему лінії 10 кВ та епюри напруги.

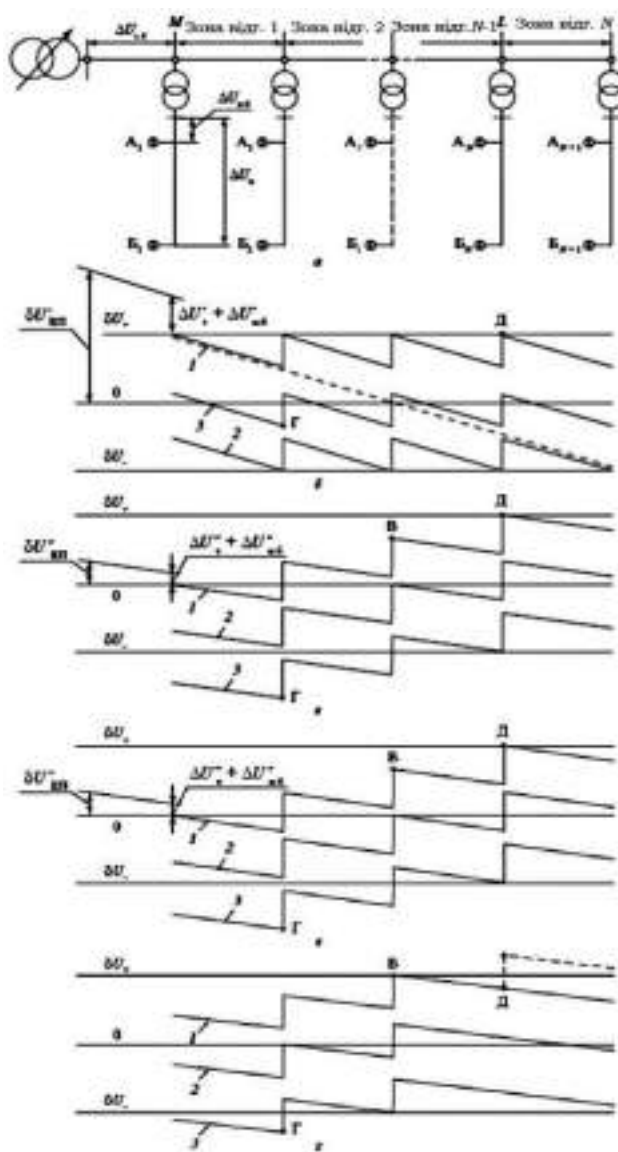


Рис 1. Спрощена схема лінії 10 кВ та епюри напруги [4]

У режимі мінімального добового навантаження втрати напруги у всіх елементах мережі знижуються, а робочі відгалуження РТ залишаються незмінними. При постійній нарузі на шинах ЦЖ відхилення напруги на шинах 0,4 кВ РТ буде підвищуватися в міру віддалення від ЦЖ. Для того, щоб привести напругу у ЕП АН (найближчий ЕП у мережі напругою 0,38 кВ РТ, приєднаного в точці Д, що знаходиться на початку зони останнього відгалуження) до +5 %, необхідно знизити напругу в ЦЖ до $\delta U''_{\text{ЦП}}$ (рис. 2.1, в). Діапазон $\Delta = \delta U'_{\text{ЦП}} - \delta U''_{\text{ЦП}}$ називають діапазоном РН у ЦЖ; регулювання, при якому найбільш висока напруга підтримується в режимі максимального добового навантаження, а найменше - в режимі мінімального навантаження, називають РН [5].

Навантаження РТ можуть мати різні графіки. Поряд із комунально-побутовим навантаженням з яскраво вираженим вечірнім максимумом від мережі живляться підприємства, максимальне навантаження яких припадає на денні години. Втрати напруги в лініях напругою 0,38 кВ РТ, навантаження яких у режимі максимального навантаження мережі не максимальне, знижуються. Напруга у віддалених ЕП таких РТ відбивається епюрою 3 на рис. 2.1, б. У режимі малого сумарного навантаження мережі, коли напругу в ЦЖ доводиться знижувати за умов основної маси споживачів, навантаження таких РТ зростають, і епюра напруги у віддалених ЕП цих РТ має вигляд 3 на рис. 1. При цьому відхилення напруги в ряду ЕП виходить за межу – 5 %. У найкращому положенні виявляються РТ, підключені до точки Д, напруги на вводах яких підтримується постійною у всіх режимах. Зустрічне РН здійснюється за графіком навантаження ЦЖ, який формується всіма споживачами. Тому при різномірних графіках навантаження РТ закон регулювання більшою чи меншою мірою відповідає жодному споживачеві. Ступінь невідповідності для конкретного споживача буде тим більшою, чим менша частка споживачів із подібним графіком у загальному навантаженні та чим більше відмінний їх графік від графіка більшості споживачів

З позиції розподілу неоднорідних навантажень мережі напругою 6–20 кВ можна розділити на групи: мережі з відносно однорідними навантаженнями РТ; мережі з неоднорідними навантаженнями ліній, що відходять від ЦЖ (міжлінійна неоднорідність), причому всередині кожної лінії навантаження однорідні; мережі з неоднорідними навантаженнями, приєднаними до загальної лінії напругою 6-20 кВ (внутрішньолінійна неоднорідність) [6].

У мережах з однорідними навантаженнями РТ допустимі відхилення напруги у всіх ЕП, приєднаних до мереж напругою 0,38 кВ, можуть бути забезпечені за допомогою РН у ЦЖ і відповідного вибору робочих відгалужень РТ. Єдиною умовою є неперевикнення допустимих втрат напруги в мережах напругою 6–20 кВ (мережі середньої напруги) та 0,38 кВ (мережі низької напруги). У мережі середньої напруги вони не повинні перевищувати 12,5 % (10 % – максимальні можливості компенсації втрат за допомогою відгалужень РТ плюс 2,5 % – допустимі втрати в останній зоні за точкою Д, рис.1), а в мережах низької напруги – 7,5%. У мережах зі значною міжлінійною неоднорідністю забезпечити допустимі режими напруги на шинах 0,4 кВ у всіх РТ за допомогою

РН ЦП не можна. Єдиним способом тут є виділення найбільш неоднорідної лінії на окремий пристрій, що регулює (вольтододатковий трансформатор). Якщо в ЦП знаходяться два трансформатори з РПН і за умовами надійності електропостачання допустима їхня роздільна робота. У цьому випадку доцільно розділити лінії на дві групи з відносно однорідними навантаженнями та підключити їх до різних шин.

Для поліпшення режиму напруги у неоднорідних споживачів у лініях з внутрішньолінійною неоднорідністю необхідно використовувати засоби місцевого регулювання, наприклад, такі як конденсаторні установки. Підключення таких установок знижує втрати напруги і відповідно підвищує його рівень при тому самому робочому відгалуженні РТ. Ступінь підвищення рівня напруги залежить від реактивного опору мережі по відношенню до точки підключення. Регулюючі ефекти конденсаторів потужністю 100 квар на трансформаторах 6–20/0,4 кВ та лініях 0,4 кВ наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Регулюючий ефект конденсаторних установок [1]

Трансформатори потужністю	6...20/0,4 кВ	регулюючий ефект % на 100 кВАр
100 кВА		5,5
160 кВА		3,5
250 кВА		2,3
400 кВА		1,45
630 кВА		0,9
1000 кВА		0,59
Повітряні лінії 0,38 кВ, довжиною 1 км		21,0
Кабельні лінії 0,38 кВ, довжиною 1 км		4,1

Регулюючі ефекти на ділянках мереж напругою 6-20 кВ практично незначні. Встановлювати конденсаторні установки доцільно у глибині мережі напругою 0,38 кВ, особливо у разі використання ПЛ. Тут може виявитися достатньою невелика потужність установки (у деяких країнах використовуються конденсатори зовнішньої установки на опорах ПЛ). Такі пристрої можуть бути встановлені в лініях з неоднорідними навантаженнями, що підключені до РТ і розташовані близько до ЦЖ, або лініях з однорідними навантаженнями, підключених до РТ і розташованих в зоні останнього відгалуження. Напруга в лініях з неоднорідними навантаженнями, підключених до РТ та розташованих близько до ЦЖ, підвищується. У першому випадку це відбувається за рахунок зниження втрат напруги в лініях напругою 0,38 кВ (табл.1) – при цьому піднімається лінія 3 на рис. 2.1 в - а в другому випадку можна відмовитися від установки наступного відгалуження на РТ в останній зоні (штрихова лінія на рис. 2.1, г), забезпечивши підвищення напруги в ЦЖ в режимі малого навантаження мережі [2].

Дискретність ступенів регулювання трансформатора в ЦЖ істотно впливає на режими напруги в мережі. Трансформатори з РПН 35 та 220 кВ мають ступінь регулювання $\Delta E_T = 1,5 \%$, а 110 кВ – $1,78 \%$. Тому при спрацьовуванні РПН напруга у всіх точках мережі стрибкоподібно змінюється на величину ступеня. Зазвичай достатньо кількох спрацьовувань РПН за добу. На підстанціях, що обслуговуються, перемикання можуть здійснюватися черговим персоналом, на підстанціях, що не обслуговуються, - дистанційними виконавчими пристроями або пристроями автоматичного регулювання. Для запобігання зворотним спрацьовуванням зона нечутливості регулювання ϵ , що встановлюється у пристрої, повинна бути більшою за ступінь регулювання. Чим більша різниця $\epsilon - \Delta E_T$, тим рідше спрацьовує регулюючий пристрій, але тим грубішим виявляється регулювання. Для забезпечення компромісу між частотою спрацьовування РПН та точністю регулювання зону нечутливості слід приймати на $0,5-0,7 \%$ більше рівня регулювання [3].

Деякі фахівці вважають, що для забезпечення відхилень напруги, що нормуються, необхідно проектувати мережі на допустимі втрати напруги, знижені щодо наведених вище величин $12,5 \%$ і $7,5 \%$ на величину зони нечутливості регулювання, тобто як мінімум на 2% . Враховуючи імовірнісний характер зміни напруги та допустимість його знаходження протягом 1 год 12 хв на добу в зоні до $\pm 10 \%$, така умова є занадто жорсткою. Разом про те зниження допустимих втрат напруги до $11,5 \%$ і $6,5 \%$ видається економічно виправданим. Необхідний діапазон РН в ЦЖ залежить від максимальних втрат напруги в мережі напругою 6–20 кВ, що визначають кількість регулювальних відгалужень РТ (N_0), що використовуються, і від діапазону зміни навантаження протягом доби, що характеризується коефіцієнтом k_{min} . Діапазон РН можна визначити за формулою:

$$\Delta = [3 + 2,5(N_0 + 1)] \times (1 - k_{min}) \quad (2)$$

Необхідні діапазони РН у ЦЖ при різних значеннях втрат напруги в мережі напругою 6-20 кВ та коефіцієнта k_{min} наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Діапазон регулювання напруги в ЦЖ [4]

k_{min}	Діапазони регулювання, %, при втратах напруги в мережі 6-20 кВ, %				
	0 – 2,5 ($N_0=1$)	2,5 – 5 ($N_0=2$)	5 – 7,5 ($N_0=3$)	7,5 – 10 ($N_0=4$)	10 – 12,5 ($N_0 = 5$)
0,6	1,2	2,2	3,2	4,2	5,2
0,4	1,8	3,3	4,8	6,3	7,8
0,2	2,4	4,4	6,4	8,4	10,4

Пристрої автоматичного регулювання напруги в ЦЖ, що використовуються в даний час, реалізують лінійний закон РН в ЦЖ в залежності від струмового навантаження. Однак лінійний закон не найкращий, особливо при неоднорідних навантаженнях РТ. Оптимальний закон можна отримати, розрахувавши для кожної години доби необхідні відхилення напруги в ЦЖ при відповідних кожній годині навантаженнях РТ і сумарному навантаженні мережі.

Один із отриманих таким чином законів РН показаний на рис. 2. Розрахунки показують, що чим більше неоднорідність навантажень РТ і що ближче до ЦЖ розташовані РТ з неоднорідними навантаженнями, то більше необхідний закон регулювання напруги в ЦЖ відрізняється від лінійного. При сучасному рівні розвитку цифрової техніки створення регулятора, що реалізує такі закони регулювання, не є надто важким завданням.

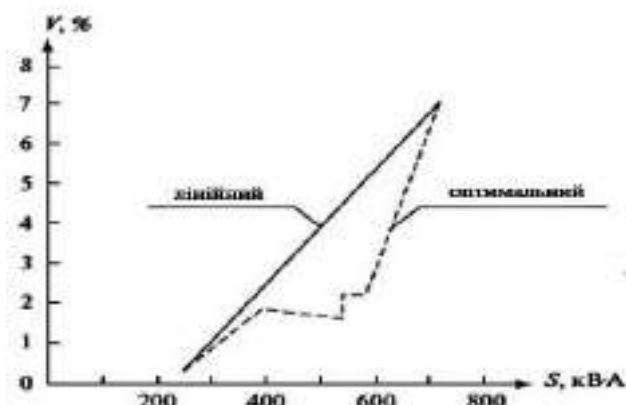


Рис. 2. Нелінійний закон регулювання напруги в центрі живлення [5]

Нижче проведено розрахунок щодо вибору закону РН на шинах 10 кВ ЦЖ та робочих відгалужень РТ 10/0,4 кВ фідера 10 кВ. На рис. 2.3 зображено фідер 10 кВ, над ділянками якого вказані втрати напруги у режимі найбільших навантажень, у %. Найменше навантаження фідера становить 30% від найбільшої ($K_{min} = 0,3$). Втрати напруги у кожному РТ 10/0,4 кВ при найбільших навантаження прийняті рівними 1,7 %. Максимальні втрати напруги лінії напругою 0,38 кВ становлять 7 %. Допустимі відхилення напруги $\delta U^+ = +5\%$ і $\delta U^- = -5\%$. Потрібно розрахувати закон РН на шинах 10 кВ ЦЖ.

Втрати напруги від шин 10 кВ ЦЖ до шин 0,4 кВ кожного РТ у режимі найбільших навантажень.

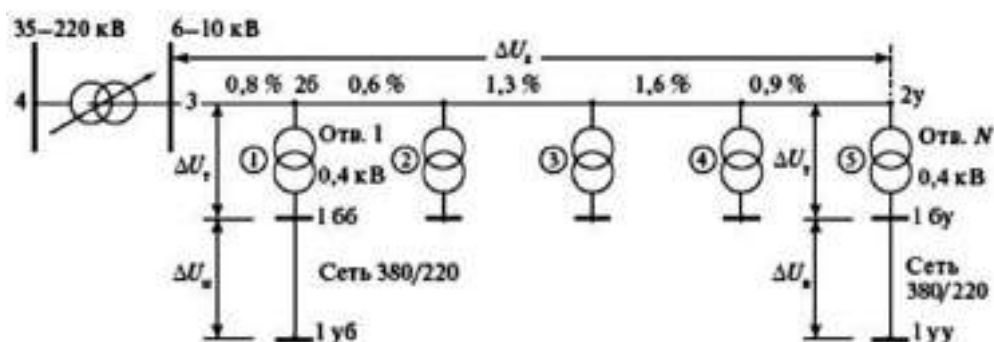


Рис. 3. Схема лінії 10 кВ [6]

- $\Delta U_1' = 0,8 + 1,7 = 2,5\%$,
- $\Delta U_2' = 0,8 + 0,6 + 1,7 = 3,1\%$,
- $\Delta U_3' = 0,8 + 0,6 + 1,3 + 1,7 = 4,4\%$,
- $\Delta U_4' = 0,8 + 0,6 + 1,3 + 1,6 + 1,7 = 6,0\%$,
- $\Delta U_5' = 0,8 + 0,6 + 1,3 + 1,6 + 0,9 + 1,7 = 6,9\%$.

Для того щоб відхилення напруги на шинах 0,4 кВ РТ1 становило +5 %, на шинах ЦЖ воно має дорівнювати $\delta U_{\text{ЦЖ}}' = \delta U + \delta U_1' - \Delta E_{T1} = 5 + 2,5 - (-5) = 12,5\%$.

Таке перевищення напруги на шинах ЦЖ є неприпустимим за умовами роботи ізоляції. Необхідно знизити його як мінімум до 10%. Для цього на РТ 1 доведеться використати не перше відгалуження ПБЗ з $\Delta E_{T1} = -5\%$, а друге з $\Delta E_{T2} = -2,5\%$. Якщо РТ 2–5 також встановити друге відгалуження, то відхилення напруги на шинах 0,4 кВ РТ 1–5 складуть [7]:

$$\begin{aligned}\delta U_1' &= \delta U_{\text{ш1}} - \Delta U_1' + \Delta E_T = 10 - 2,5 - 2,5 = 5,0\%, \\ \delta U_2' &= 10 - 3,1 - 2,5 = 4,4\%, \\ \delta U_3' &= 10 - 4,4 - 2,5 = 3,1\%, \\ \delta U_4' &= 10 - 6,0 - 2,5 = 1,5\%, \\ \delta U_5' &= 10 - 6,9 - 2,5 = 0,6\%.\end{aligned}$$

Враховуючи, що ступінь РН на РТ 10/0,4 кВ становить 2,5 %, підняти напруги до рівня +5 % за допомогою установки наступного робочого відгалуження можна лише на РТ 4 і 5 (на інших РТ при такій установці воно буде вищим за + 5%). При встановленні на цих РТ третього відгалуження з $\Delta E_{T3} = 0$ % отримаємо $\delta U_4' = 10 - 6,0 - 0 = 4,0$ % і $\delta U_5' = 10 - 6,9 - 0 = 3,1$ %. Якщо лініях напругою 0,38 кВ РТ 3 і 5 є невелика втрата напруги від шин РТ до найближчих ЕП (близько 0,6 %), то РТ 3 можна встановити третє відгалуження з $\Delta E_{T3} = 0$ %, але в РТ 5 – четверте з $\Delta E_{T4} = +2,5\%$. Тоді на шинах 0,4 кВ обох РТ буде +5,6%, а найближчих ЕП +5%.

Висновок. Отже, поява локальних джерел енергії в структурі СЕП обмежує можливості централізованого регулювання напруги при традиційній постановці задачі – намаганні забезпечити припустимі відхилення напруги у всіх електроприймачів у будь-який момент часу.

Ефективним заходом забезпечення допустимих відхилень напруги в СЕП з локальними джерелами енергії є залучення лінійних регуляторів напруги, які повинні використовуватися в окремих розподільних лініях.

Використання місцевих засобів регулювання напруги в розподільних лініях з локальними джерелами енергії дозволяє визначити відгалуження розподільних трансформаторів та закон регулювання напруги в ЦЖ без урахування впливу розосередженої генерації, що дає змогу істотно покращити якість електричної енергії.

Список використаної літератури

1. Гриб О. Г., Довгалюк О. М., та Саприка О. В. Аналіз відхилення напруги в електричних мережах внутрішнього освітлення. веб-сайт. URL: http://www.kdu.edu.ua/statti/Tezi/Daidzhest/2011/02_01_.pdf. (дата звернення: 30.03.2024)

2. Панов А. О., Регулювання коефіцієнтів несиметрії напруги нульової та зворотної послідовності в електричних мережах 0,4 кВ. на VII міжнар. наук.-

практ. конф. молодих учених, аспірантів і студентів Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. 2020, Київ: КПІ, 2020, с. 16-17.

3. Панов А. О., Розробка алгоритму регулювання усталеного відхилення напруги в розподільних мережах 0,4-10 кВ. на Всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених, Харків: ХНАДУ, 2021, с. 170-174.

4. Пристрій релейного захисту автоматики для регулювання під навантаженням трансформаторів РЗЛ-05.РПН. веб-сайт. URL: <https://reلسis.ua/ua/products/relay-protection-automation/rzl-05/rzl-05rpn>. (дата звернення: 30.03.2024)

5. Ягуп В. Г., та Ягуп К. В., Моделювання та оптимізація режимів систем енергопостачання та електроспоживання: навч. посіб. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019.

6. Яндульський О.С., Труніна Г.О., Нестерко А.Б., Настенко Д.В. Я60 Регулювання напруги в розподільних електричних мережах з відновлюваними джерелами енергії: монографія / Яндульський О.С., Труніна Г.О., Нестерко А.Б., Настенко Д.В. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2023.- 184 с.

7. A. de Almeida, L. Moreira, and J. Delgado, Power Quality Problems and New Solutions. веб-сайт. URL: <http://www.icrepq.com/pdfs/PL4.ALMEIDA.pdf>. (дата звернення: 30.03.2024)

В'ячеслав ОСАВОЛЮК¹¹,
Студент 1-го курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТРАКТОРІВ ЗАРУБІЖНОГО ВИРОБНИЦТВА КОМПАНІЇ CLAAS

***Анотація.** У цій науковій статті розглядається аналіз конструктивних особливостей виробництва техніки компанії Claas, зокрема моделей тракторів Claas Axion 800 Series, Claas Xerion 5000/4500 Series, та Claas Arion 600 Series. Дослідження фокусується на технічних характеристиках, архітектурі та інноваційних рішеннях, що роблять продукцію Claas унікальною на ринку сільськогосподарської техніки. Шляхом аналізу цих аспектів є прагнення розкрити вплив конструктивних особливостей на ефективність та конкурентоспроможність у виробництві. Результати дослідження можуть бути корисними для практиків у сільському господарстві та дослідників, які цікавляться покращенням технічного та технологічного аспектів*

¹¹Науковий керівник: Єленич А. П., асистент кафедри агроінженерії та технічного сервісу інженерно-технологічного факультету ВНАУ.

сільськогосподарської діяльності.

Ключові слова: двигун, серія, модельний ряд, кабіна, потужність, продуктивність.

Annotation. This research article analyzes the design features of Claas machinery, in particular, the Claas Axion 800 Series, Claas Xerion 5000/4500 Series, and Claas Arion 600 Series tractors. The study focuses on the technical characteristics, architecture and innovative solutions that make Claas products unique in the agricultural machinery market. By analyzing these aspects, the aim is to reveal the impact of design features on efficiency and competitiveness in production. The results of the study can be useful for agricultural practitioners and researchers interested in improving the technical and technological aspects of agricultural activities.

Keywords: engine, series, model range, cabin, power, performance.

Вступ. Сільське господарство потребує постійного вдосконалення технологій та устаткування для забезпечення ефективності та продуктивності виробництва. Компанія Claas відома своєю інноваційною сільськогосподарською технікою, особливо моделями тракторів та комбайнів, які виділяються технічними характеристиками та конструктивними особливостями.

Дана стаття аналізує конструктивні особливості виробництва Claas Model, включаючи технічні параметри, архітектуру та інноваційні рішення. У ній розглядаються три найкращі моделі компанії Claas, а саме: Claas Axion 800 Series, Claas Xerion 5000/4500 Series, та Claas Arion 600 Series, їх технічні характеристики, конструктивні особливості, технологічні іновації, та решта передових технологій, котрі відрізняють їх від інших агрегатів.

Виклад основного матеріалу. Трактори серії Claas Axion 800 Series (рис. 1) є представниками високоякісної та ефективної сільськогосподарської техніки, яка розроблена компанією Claas, лідером у виробництві сільськогосподарської техніки та обладнання.



Рис 1. Claas Axion 800 Series

Ця серія тракторів належить до сегменту середньої потужності та призначена для різноманітних сільськогосподарських робіт, від польових операцій до транспортування та обробки ґрунту. У цьому огляді ми розглянемо ключові характеристики, технології та переваги тракторів Claas Axion 800 Series.

Трактори Claas Axion 800 оснащені потужними двигунами, які забезпечують високу продуктивність та ефективність роботи. Двигуни в серії Axion 800 представлені моделями від 205 до 295 кінських сил, що робить їх ідеальними для виконання різноманітних сільськогосподарських завдань на полі [1].

Однією з ключових переваг тракторів Claas Axion 800 є їхній інноваційний дизайн та конструкція. Завдяки ергономічно розробленій кабіні оператора з високим рівнем комфорту та зручностей, водії можуть працювати протягом тривалих періодів часу без втоми. Крім того, система підвіски та амортизації забезпечує стабільність та плавний хід навіть на нерівних ділянках.

Claas Axion 800 оснащені передовими технологіями, які підвищують продуктивність та зручність у використанні. Наприклад, система GPS-пілотування дозволяє автоматизувати робочі процеси та забезпечити високу точність у виконанні польових робіт, що зменшує витрати палива та підвищує ефективність виробництва.

Однією з ключових переваг тракторів серії Claas Axion 800 є їхній високий рівень універсальності та гнучкості. Вони можуть бути використані для різних видів сільськогосподарських робіт, включаючи польові операції, перевезення вантажів, а також для робіт з обробки та догляду за ґрунтом [2].

Трактори Claas Axion 800 відомі своєю високою продуктивністю та ефективністю, що дозволяє зменшити час та витрати на виконання сільськогосподарських робіт. Їхні економічні двигуни та передові технології контролю споживання палива дозволяють знижувати експлуатаційні витрати та збільшувати прибутковість сільськогосподарського виробництва.

Їм притаманна висока надійність та довговічність, що робить їх ідеальними для інтенсивного сільськогосподарського використання. Вони розроблені з використанням міцних матеріалів та компонентів високої якості, що забезпечує їхню стабільну та надійну роботу протягом тривалого часу.

Трактори Claas Axion 800 Series представляють собою сучасні та надійні машини, що відповідають вимогам сучасного сільського господарства. Їхня висока продуктивність, ефективність та надійність роблять їх ідеальним вибором для сільськогосподарських підприємств, які шукають надійне та ефективне обладнання для виконання різних видів робіт.

Трактор Claas Arion 600 Series. Дані трактори оснащені сучасними двигунами, що забезпечують високу продуктивність і ефективність роботи. Двигуни цієї серії можуть мати потужність від 125 до 175 кінських сил, що робить їх ідеальними для широкого спектру сільськогосподарських завдань. Вони забезпечують достатню потужність для виконання різних операцій на полі, від обробки землі до виконання збиральних робіт [3].



Рис 2. Трактор Claas Arion 600 Series

Комфорт і зручність для оператора є однією з ключових характеристик тракторів Claas Arion 600 Series. Кабіна оператора розроблена з урахуванням ергономіки та має велику площу. Вона обладнана інтуїтивно зрозумілим панеллю керування та регульованим сидінням, що забезпечує максимальний комфорт навіть під час тривалих робочих днів. Крім того, кабіна оснащена системами кондиціонування повітря та шумоізоляції, що допомагає зменшити втому оператора та покращити його продуктивність.

Claas Arion 600 оснащені передовими технологіями, які полегшують та підвищують ефективність сільськогосподарських робіт. Ці трактори можуть бути обладнані системами GPS-навігації, які допомагають оператору точно визначати своє положення на полі та керувати рухом трактора з високою точністю. Крім того, вони можуть мати системи автоматизації, які дозволяють проводити різні операції без прямої участі оператора, що підвищує продуктивність та зменшує кількість людських помилок.

Однією з головних переваг тракторів Claas Arion 600 є їхня надійність та довговічність. Кожен елемент та компонент трактора виготовлені з високоякісних матеріалів і пройшли тривалі тестування на міцність та надійність. Це забезпечує безперебійну роботу трактора протягом тривалого періоду експлуатації, навіть в найважчих умовах. Крім того, Claas надає широку мережу сервісних центрів та запчастин, що забезпечує оперативний та якісний сервіс для своїх клієнтів.

Даний модельний ряд тракторів відзначається високою адаптивністю та універсальністю. Вони можуть бути легко налаштовані та обладнані різними

типами сільськогосподарських інструментів та пристроїв, що дозволяє їм виконувати різноманітні завдання на фермі. Багатофункціональність та гнучкість цих тракторів робить їх ідеальними для сучасного сільського господарства, де потрібно здійснювати різні види робіт з використанням одного трактора.

Трактори Claas Arion 600 Series є втіленням сучасних технологій, інновацій та високої якості. Вони стали невід'ємною частиною сільського господарства по всьому світу, завдяки своїм вражаючим характеристикам та надійності. Незалежно від розміру господарства чи виду робіт, трактори Claas Arion 600 здатні виконувати завдання з високою ефективністю та продуктивністю. Вони є надійним помічником для сучасних фермерів, які прагнуть досягти максимальних результатів у своїй діяльності.

Трактор Claas Xerion 5000/4500 Series (Рис. 3). Трактори відіграють важливу роль у сільському господарстві, надаючи потужність та продуктивність для різноманітних сільськогосподарських робіт. Однак, на фоні багатьох виробників, які пропонують трактори, компанія Claas вирізняється своїм підходом до інновацій та високою якістю своєї техніки. Серія тракторів Claas Xerion 5000/4500 відома своєю потужністю, ергономікою та інтелектуальними функціями, які роблять її однією з найбільш передових у сільському господарстві. У цьому докладному огляді ми розглянемо ключові особливості, технологічні досягнення та переваги тракторів Claas Xerion 5000/4500 Series.

Трактори Claas Xerion 5000/4500 оснащені потужними двигунами, що забезпечують надійну та ефективну роботу на полі. Вони доступні з різною потужністю, починаючи від 490 кінських сил у моделі Xerion 5000 і до 530 кінських сил у моделі Xerion 4500. Ці двигуни відповідають вимогам навіть найвимогливіших фермерів і забезпечують потужність для виконання найскладніших сільськогосподарських завдань [4].



Рис 3. Claas Xerion 5000/4500 Series

Кабіна оператора тракторів Claas Xerion 5000/4500 розроблена з урахуванням максимального комфорту та ергономіки. Вона простора та зручна, з інтуїтивно зрозумілим розташуванням усіх важливих елементів керування. Сидіння може бути регульованим за висотою, кутом та м'якістю, що дозволяє оператору знаходити оптимальне положення для роботи навіть протягом тривалого часу. Крім того, кабіна оснащена системою кондиціонування повітря та опціональним панорамним дахом для кращого огляду.

Однією з ключових особливостей тракторів Claas Xerion 5000/4500 є їхня передова трансмісійна система. Вони оснащені найновішими технологіями та розв'язками, що забезпечують максимальну ефективність роботи. Система передач може мати різні режими, включаючи автоматичний та ручний, що дозволяє оператору легко контролювати швидкість та потужність трактора в залежності від умов роботи [5].

Claas Xerion 5000/4500 відомі своїми інноваційними технологіями, які покращують продуктивність та ефективність роботи. Однією з таких технологій є система навігації GPS, яка дозволяє оператору точно визначати місцезнаходження трактора та керувати його рухом. Крім того, трактори можуть бути обладнані системами автоматичного управління та моніторингу, що дозволяє оптимізувати робочі процеси та зменшувати витрати пального та інших ресурсів.

Компанія Claas відома як виробник високоякісної сільськогосподарської техніки, а трактори Claas Xerion 5000/4500 не є винятком. Вони збудовані з використанням міцних матеріалів та компонентів, які забезпечують довгий термін служби та надійність у роботі. Кожен елемент та деталь заслуговує уваги під час виробництва, що гарантує безперебійну роботу трактора протягом тривалого періоду експлуатації.

Трактори Claas Xerion 5000/4500 славляться своєю високою маневреністю та універсальністю. Вони здатні працювати на будь-якому ґрунті та в різних умовах, що робить їх ідеальними для виконання різних сільськогосподарських завдань, від обробки землі до збирання врожаю. Крім того, вони можуть бути легко модифіковані та доповнені різними сільськогосподарськими пристроями та інструментами, що забезпечує їх універсальність у різних галузях сільського господарства.

Даний модельний ряд тракторів Claas - це втілення інновацій та передових технологій у сільському господарстві. Вони не лише забезпечують потужність та ефективність для виконання різних сільськогосподарських робіт, але й наділені комфортом, маневреністю та надійністю, що робить їх незамінними помічниками для фермерів по всьому світу. Трактори Claas Xerion 5000/4500 - це не просто техніка, вони - партнери у справі розвитку сільського господарства та забезпечення продовольчої безпеки.

Висновок. Трактори компанії Claas представляють собою високоякісні технологічні рішення, які відзначаються надійністю та ефективністю. Їхні продукти відомі своєю інноваційністю в сільському господарстві, що сприяє підвищенню продуктивності та зниженню витрат. Трактори Claas вирізняються

високою продуктивністю двигуна, зручним управлінням та комфортною кабіною для оператора. Компанія активно впроваджує передові технології у свої виробничі процеси, що дозволяє підтримувати високий рівень якості продукції. Такий підхід сприяє позиціонуванню Claas як одного з провідних виробників сільськогосподарської техніки на світовому ринку. В цілому, трактори Claas є надійними, ефективними та інноваційними засобами для сільськогосподарських потреб.

Список використаних джерел

1. Claas Axion 800 Series. *Технічні характеристики*: Веб-сайт. URL: <https://www.lectura-specs.com.ua/ua/model/sil-s-kogospodars-ka-tehnika/traktori-4wd-claas/axion-800-11687788> (дата звернення 02.03.2024).
2. Claas Axion 800 Series. *Технічні характеристики*: Веб-сайт. URL: <https://ats.in.ua/products/claas-axion-850820/94> (дата звернення 09.03.2024).
3. Claas Arion 600 Series. *Технічні характеристики*: Веб-сайт. URL: <https://www.moldave.claas.com/cl-pw-ru/produksiya/traktory/arion640-620c-2018> (дата звернення 12.03.2024).
4. Claas Arion 600 Series. *Технічні характеристики*: Веб-сайт. URL: <https://www.lectura-specs.com.ua/ua/model/sil-s-kogospodars-ka-tehnika/traktori-4wd-claas/arion-660-cmatic-11728535> (дата звернення 17.03.2024).
5. Claas Xerion 5000/4500 Series. *Технічні характеристики*: Веб-сайт. URL: <https://www.claas.ua/produksiya/traktori/xerion5000-4000> (дата звернення 24.03.2024).

Vladyslav KAVUNOV¹²,
3th year student,
Faculty of Engineering and Technology,
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR REMOTE DETECTION OF EXPLOSIVE DEVICES AND POLLUTION ON AGRICULTURAL LAND

***Annotation.** This research paper is devoted to the development and optimization of a system for remote detection of explosive devices and contaminants on agricultural land. This paper analyzes the existing methods for detecting explosive devices and contamination on agricultural land, including the use of drones (UAVs) and remote-controlled equipment. Based on this analysis, an integrated system was developed and proposed that combines the advantages of these methods to effectively and reliably detect potential threats. The main components of the developed system are image processing and analysis algorithms based on artificial neural networks that allow to automatically detect and classify explosive devices and contamination on agricultural land.*

¹²Науковий керівник: Холодюк О.В., к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу
369

Key words: *pollution, explosive devices, unmanned aerial vehicle, optical camera, thermal imager, ground-penetrating radar.*

Анотація: *Наукова робота присвячена розробці та оптимізації системи дистанційного виявлення вибухонебезпечних пристроїв та забруднень на сільськогосподарських угіддях. У роботі проведено аналіз існуючих методів виявлення вибухонебезпечних пристроїв та забруднень на сільськогосподарських угіддях, включаючи використання дронів (БПЛА), технічних засобів з дистанційним керуванням. На основі цього аналізу розроблено та запропоновано інтегровану систему, яка поєднує переваги цих методів для ефективного та надійного виявлення потенційних загроз. Основними компонентами розробленої системи є алгоритми обробки та аналізу зображень, засновані на штучних нейронних мережах, що дозволяють автоматично виявляти та класифікувати вибухонебезпечні пристрої та забруднення на сільськогосподарських угіддях.*

Ключові слова: *забруднення, вибухонебезпечні пристрої, безпілотний літальний апарат, оптична камера, тепловізор, георадар.*

Introduction. The use of unmanned aerial vehicles (UAVs) in agriculture has great potential and interest in their use only grows every year.

Remote sensing of the soil surface, as an element of the precision farming system, is one of the complementary methods (methods) in the search and detection of explosive devices, mines, shells, etc. For this purpose, you can use unmanned aerial vehicles (UAVs) of mass production, for example, for agricultural purposes, which are able to work with RTK systems, for example, the company XAG models V40, P100, P40 and DJI models Agras T16, T20 or T30. Their main recognition is the spraying of crops with plant protection agents.

Agricultural UAVs for remote sensing are proposed to be additionally modularly equipped with optical-electronic means, a multispectral camera, a thermal imager, a ground-penetrating radar for the purpose of detecting landmines by determining their position on a 3D map or orthophoto plan with a high accuracy of ± 2.5 cm and creating maps of minefields.

The use of modern technical means in agriculture, for example, unmanned aerial vehicles for technological operations, prompts the creation of new approaches and methods of their effective use, which is an urgent task not only for agricultural, but also for military enterprises.

In today's world, the problem of security on agricultural land is becoming increasingly important due to the spread of explosive devices and pollution. Development of an effective system for remote detection of these threats is becoming an urgent task today. This work explores the possibility of creating such a system that will allow timely detection of explosive devices and pollution on agricultural land using modern technologies and data analysis. Our work is aimed at ensuring safety and stability in agriculture, reducing the risk of negative consequences for people and the environment.

Object, subject and methods of research. The object of research is the method

(method) of remote sensing of the soil surface (fields) by unmanned aerial vehicles of agricultural purpose for the search and detection of explosive devices and pollution.

The subject of scientific research is regularities in the search and detection of explosive devices and pollution by methods of remote sensing of the soil surface (fields) by unmanned aerial vehicles.

Achieving the specified goal is ensured by solving the following tasks:

- consideration of the precision farming system as a basis for managing the agrobiological potential of the field;
- analysis of modern methods (methods), means and elements of precision agriculture, which allow detecting explosive devices and mines;
- development of a complex of measures for remote search and detection of unexploded mines and projectiles lying on arable lands with the help of agricultural unmanned aerial vehicles.

Research methodology. The research methodology is based on the method of materialistic dialectics of physical phenomena, methods

Analytical review of the literature. Modern agriculture is actively transitioning to the use of the latest technologies, including precision farming systems. This approach is becoming key to optimizing agrotechnical processes and maximizing production efficiency [1].

One of the main principles is to increase the accuracy of agricultural operations by using high-precision equipment and data collection technologies. This allows for efficient use of resources, reducing costs and negative environmental impact. The goal is to increase yields, improve product quality, and reduce losses [2].

GNSS provides high location accuracy, but may have limitations in areas where the signal is heavily obscured (e.g., under trees or tall buildings). Additionally, accuracy can be affected by atmospheric conditions. Thus, it is important to understand the limitations and look for alternative methods to achieve high accuracy in all conditions. The main technologies used in precision farming systems include global navigation systems (GNSS), remote sensing, drones, and automated machines [3].

GNSS allow agricultural machines and equipment to accurately determine their location on the field. This improves the accuracy of operations, such as fertilization, tillage, or irrigation, ensuring that agricultural tasks are performed uniformly and efficiently.

Remote sensing uses satellite and aerospace assets to obtain images and data on the condition of plants, soil, and other agricultural parameters. This information is used to analyze and make decisions on the application of resources in specific areas of the fields [4].

Automated machines use advanced technology to perform agricultural tasks such as sowing, harvesting, tillage, and more. Their precise and efficient operations help optimize resource use and reduce costs.

One of the challenges is integrating different types of automated equipment and ensuring their compatibility. Cybersecurity and training farmers to use and maintain new technologies also need to be addressed. Precision farming systems improve agrotechnical processes by accurately determining the parameters of the growing

environment. They allow to optimize the distribution of resources, such as water and fertilizers, during irrigation and fertilization, which promotes plant growth and development [5].

The use of precision systems maximizes the use of resources and ensures uniform and optimal crop growth. This can lead to higher product quality and reduced crop losses due to more efficient management of agrotechnical processes.

The high cost of equipment and technology adoption can be a serious obstacle, especially for smaller farms. Also, economic risks and volatility of agricultural commodity prices can influence farmers' decisions to adopt new technologies.

Lack of understanding and acceptance of new technologies among the agricultural community can be a major obstacle. Farmers may resist the introduction of new equipment due to lack of knowledge or fear of changes in traditional farming methods.

Ukraine is under martial law and hostilities are ongoing, the Russian occupiers are using a large number of various explosive devices on the territory of Ukraine. All of them pose a threat not only to the military, but also to civilians, so every student, for his own safety, should know about the most common explosive objects and the characteristics of their threats [6, 7]. Anti-personnel fragmentation mines include: POM-2, O3M-72, PFM-1 and PFS-1S, MON-200, PMN-2, MON-50 and others. To search for them, metal detectors are used, which have a wide range of applications.

The use of UAVs for remote detection of GNPs can be useful. (Fig. 1, 2). The basis of the proposed method is the task of expanding the search for the nomenclature of dangerous objects, improving the effectiveness of remote detection (searching) of the locations of IEDs and mines, and increasing the reliability of the search process.



Fig 1. General view of XAG sprayer drones



Fig 2. General view of DJI Agras sprayer drones

The technical task is solved by using an agricultural UAV, which can be modularly equipped with optoelectronic means with a 30-fold optical magnification of the objects of observation, a multispectral camera, a thermal imager, a georadar (nonlinear radar) (Fig. 3), which surveys land areas to detect landmines by determining

their position on a 3D map or orthophoto with a high accuracy of ± 2.5 cm and creating minefield maps, for the formation of which, as well as for monitoring and controlling the drone, a ground station is used that provides manual and automatic modes of operation of the drone, with the possibility of a programmable flight pattern based on GPS/RTK coordinates.



Fig 3. Possible options for using electronic means for detecting ERW and mines

Essence of the proposed measures. To detect UXOs and mines in manual or automatic modes, the UAV flies along a pre-planned route (Fig. 4).

The method of detecting UXOs and mines on agricultural land is carried out using an agricultural UAV, which contains a video surveillance system, a communication unit with a flight control center, in which the received intelligence information is transmitted from the aircraft to the command post (Fig. 5).



*Fig 4. An example of a UAV flight route when planning a terrain survey
Use of optoelectronic means*

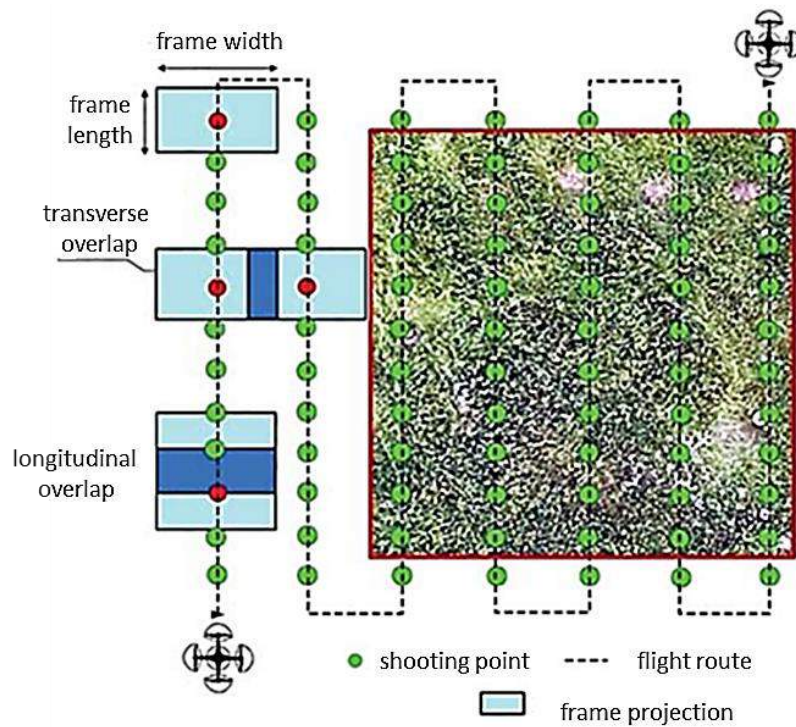


Fig 5. Scheme of realization of UAV field reconnaissance using optoelectronic means

An example of the mapping capabilities of an agricultural UAV is shown in Figure 6.

When special equipment such as a hyperspectral camera with multiple zooms and a magnetometer is used on the UAV, the ability to detect UXOs and mines appears both on the ground surface and under the soil layer (metal objects). It takes about 15 minutes for the UAV to survey one hectare of land along a specific trajectory, after which it leaves the exact coordinates of suspicious metal objects. After taking the readings, special software can be used to create maps with the location of explosive objects and the exact GPS coordinates in the survey area.

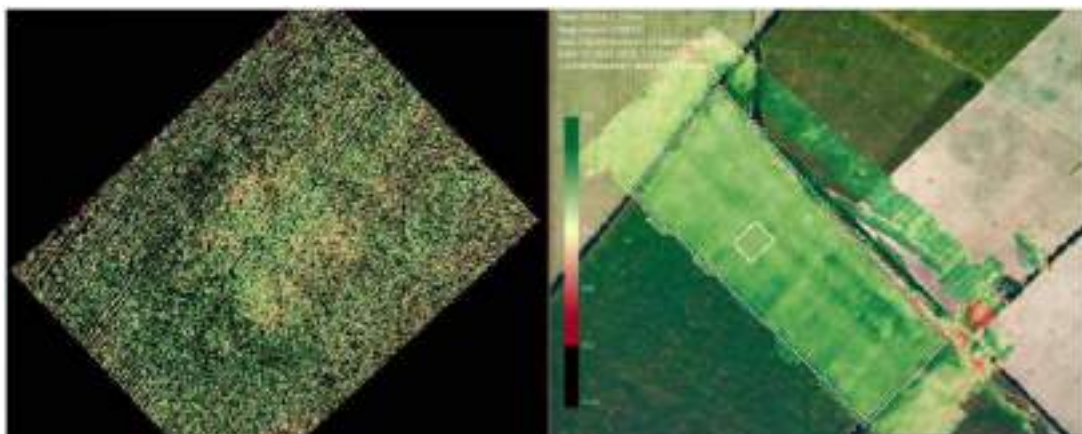


Fig 6. Example of mapping capabilities of agricultural UAVs

Using a thermal imager. It is known that a thermal imager is a device that allows you to visualize the temperature field when measuring temperature. It works mainly in the infrared part of the electromagnetic spectrum. During the day, in good weather

conditions (when it is sunny), ERW and mines on the ground heat up much faster than the surrounding stones, and therefore infrared cameras can detect their location with high accuracy (Fig. 7).



Fig 7. Visualization of the terrain using the thermal imaging camera of the DJI UAV

It is known [8, 9] that in the first half of the day, mines in a plastic case are better detected, in the second half - in a metal case. This property can be explained by the fact that during the daylight the mines, which are in the metal case, gradually heat up, and when in the evening, the temperature begins to decrease, it is more clearly distinguished from the thermal images. Some mines can be recognized from a great height, some - only from a height of several meters.

Use of nonlinear radar. The essence of the proposed method is that a nonlinear radar (Non Linear Junction Detector, NLJD) is used for remote search and detection of ERW and mines. Its principle of operation is based on irradiating objects with short radio frequency pulses and receiving response signals at other frequencies (second and third harmonics).

Thus, it is possible to detect: receiving and transmitting radio devices used as alarms, communication systems and remote controls of various IEDs; electronic and electromechanical timers on IEDs;

The practical realization of the claimed method is reduced to the use of mass-produced drones, for example, for agricultural purposes, which have the ability to work with RTK systems, for example: XAG V40 and DJI Agras T20, which increases the positioning accuracy to 2.5 cm. When the non-linear radar detects UXOs and mines, the software automatically generates a map with the exact coordinates of their location. UAVs for agricultural purposes provide the necessary payload. The drone is equipped with an appropriate mount to work in conjunction with existing handheld devices for searching and detecting UXOs and mines. To extend the flight time and the operation of the sensors, the drone is equipped with an additional power battery. Standard multispectral cameras from the agricultural drone can be used.

Use of artificial machine vision. The placement of explosive objects such as

mines, shells, etc. is carefully disguised, but it is almost impossible to hide the traces of the mining process - they are revealed by changes in the surface relief, and it will always differ from the topography of the area that was not touched by miners.

Another thing to consider is the fact that after some time of explosive devices being in the soil, the chemicals in the anti-personnel mine begin to seep into the soil. From there, they get into the grass and onto the leaves, which changes their color. Based on these rather minor changes in the color of the vegetation, the drone helps to create a map of minefields, which greatly simplifies the demining process for deminers. The unmanned mine detector will be especially useful in finding old, long-laid mines, which are usually covered by a layer of soil, making it difficult to identify their locations.

Conclusions. 1. In modern agriculture, there is an active transition to the use of the latest technologies, in particular precision farming systems. They make it possible to reduce the consumption of resources, increase the accuracy of applying fertilizers and pesticides, which leads to an increase in the yield and quality of the obtained products. The use of elements of precision agriculture, in particular remote sensing, allows to maximize the use of resources and ensures uniform and optimal cultivation of crops. This leads to an increase in the quality of products and a decrease in crop losses due to more efficient management of agrotechnical processes

2. Remote sensing allows you to effectively monitor the state of soils and vegetation in real time, which is critical in conditions of unpredictable changes in the distribution of precipitation, temperature fluctuations, and other natural factors. Remote sensing of the soil surface, as an element of the precision farming system, can be one of the complementary methods (methods) in the search and detection of explosive devices, mines, shells, etc. It has been established that agricultural UAVs from XAG and DJI can be effectively used for these purposes.

3. It has been established that for the effective detection of explosive devices and mines, it is possible to use agricultural UAVs, which should be modularly equipped with optical-electronic means with a 30-fold optical magnification of surveillance objects, a multispectral camera, a thermal imager, a ground-penetrating radar (non-linear radar), which surveys areas of the earth for the purpose of detecting land mines by determining their position on a 3D map or orthophoto plan with a high accuracy of ± 2.5 cm and creating maps of minefields, for the formation of which, as well as for control and control of the drone, a ground station is used, which provides manual and automatic drone operation modes, with the possibility of a programmable flight pattern based on GPS/RTK coordinates.

4. The proposed system has a high accuracy of detection of explosive devices and pollution on agricultural land. Its use can significantly reduce the risk of explosions and pollution, which can cause serious damage to both people and the environment.

References

1. Rossokha V.V. Innovatsiino-tekhnolohichne zabezpechennia rozvytku silskoho hospodarstva : monohrafiia. Kyiv : Natsionalnyi naukovyi tsentr «Instytut aharnoi ekonomiky», 2023. 120 s.

2. Točne Zemlerobstvo: Shcho tse ta u chomu yoho perevahy? veb-sait. URL: <https://eos.com/uk/blog/tochne-zemlerobstvo/> (data zvernennia: 20.03.2024).

3. Kompleksna Ahrodiahnostyka Polia veb-sait. URL: <https://www.agrilab.ua/services/kompleksna-agrodiagnostyka-polya> (data zvernennia: 10.03.2024).

4. Dystantsiine zonduvannia Zemli veb-sait. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Dystantsiine_zonduvannia_Zemli

5. Optyimizatsiia ta efektyvnist. Shcho robliat fermery dlia zberezhennia prybutkovosti veb-sait. URL: <https://agroportal.ua/publishing/klub-agroeffektivnosti/optimizaciya-ta-efektivnist-shcho-roblyat-fermeri-dlya-zberezheniya-pributkovosti> (data zvernennia: 10.03.2024).

6. Vybukhonebezpechni predmety. veb-sait: URL: <https://www.chnu.edu.ua/universytet/vazhlyvo/bezpeka/vybukhonebezpechni-predmety/> (data zvernennia: 10.03.2024).

7. Vybukhonebezpechni predmety. veb-sait: URL: <https://dp.dsns.gov.ua/abetka-bezpeki/nebezpeki-socialnogo-harakteru/vibuhonebezpechni-predmeti> (data zvernennia: 05.03.2023).

8. Sposib Kartohrafuvannia terytorii radiatsiinoho zabrudnennia patent u 2022 00334. Data podannia zaiavky: 27.01.2022 Data, z yakoi ye chynnymy prava intelektualnoi vlasnosti: 07.07.2022 Publikatsiia vedomostei pro derzhavnu reiestratsiiu: 06.07.2022, Biul.№ 27.

9. Popov, M. O. Tekhnolohiia dystantsiinoho vyivlennia min na osnovi analizu materialiv ziomky z bezpilotnykh litalnykh aparativ: stan ta perspektyvy: Stenohrama dopovidi na zasidanni Prezydii NAN Ukrainy 6 kvitnia 2022 roku. Visnyk NAN Ukrainy, (5), 56–62.

Владислав ХРИЩЕНЮК¹³,
Студент 4-го курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПОСІВНІ РОБОТИ В УКРАЇНІ - СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

***Анотація.** У цій статті досліджується сучасний стан посівних робіт в Україні, а також аналізуються перспективи їх розвитку. Автори статті роблять висновок, що впровадження нових технологій та методів землеробства, а також покращення технічного забезпечення сільськогосподарських підприємств дозволить Україні значно підвищити ефективність посівних робіт та отримувати високі врожаї*

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

сільськогосподарських культур.

Ключові слова: посівні роботи, сівба, етапи сівби, ефективність посівних робіт, методи землеробства.

Annotation. *This article explores the current state of sowing works in Ukraine and analyzes the prospects for their development. The authors of the article conclude that the introduction of new technologies and methods of farming, as well as the improvement of technical equipment of agricultural enterprises will allow Ukraine to significantly increase the efficiency of sowing works and obtain high yields of agricultural crops.*

Key words: sowing, sowing, stages of sowing, efficiency of sowing, farming methods.

Вступ. Посівні роботи – це комплекс агротехнічних заходів, спрямованих на розміщення насіння в ґрунті з метою отримання врожаю сільськогосподарських культур. Їх своєчасне та якісне проведення є одним із найважливіших факторів, що визначають успіх усього вегетаційного періоду.

В Україні посівні роботи проводяться двічі на рік: весняна посівна (з ранньої весни до початку літа) та осіння посівна (з ранньої осені до настання морозів). За даними Державної служби статистики України [1], у 2023 році загальна посівна площа сільськогосподарських культур в Україні становила 32,4 млн га, з яких 27,6 млн га відведено під зернові та зернобобові культури.

Важливим фактором, що впливає на посівні роботи в Україні, є погодні умови. Так, у 2023 році через несприятливі погодні умови (засуха) весняна посівна кампанія була затримана на 2-3 тижні.

Ще одним фактором, що впливає на посівні роботи, є технічне забезпечення сільськогосподарських підприємств. За даними Держстату, у 2023 році в Україні налічувалося 140,4 тис. тракторів, 56,7 тис. зернозбиральних комбайнів та 32,1 тис. сівалок [1].

Постановка завдання. Метою даної статті є обґрунтування раціональних підходів та методів землеробства, які сприятимуть підвищенню посівних робіт та врожайності сільськогосподарських культур.

Виклад основного матеріалу. До повномасштабного вторгнення росії, Україна мала приблизно 32 мільйони гектарів орних земель. Сьогодні Україна використовує в господарській діяльності на 26 % менше земель у порівнянні з початком повномасштабного вторгнення. Орні землі зараз використовуються для вирощування зернових, технічних культур, овочів та баштанних культур. Близько половини орних земель займають зернові, такі як пшениця, ячмінь, овес і жито. Зернове господарство є найефективнішою галуззю в країні.

Природно-кліматичні умови та родючі землі України є сприятливими для вирощування зернових культур та виробництва достатньої кількості високоякісних зернових для задоволення внутрішніх споживачів та нарощування експортного потенціалу [2, 3].

Розвиток зернового господарства та збільшення виробництва зернових може бути досягнуто за рахунок підвищення врожайності, поліпшення

землекористування, вдосконалення структури посівів та застосування сучасних технологій. Не применшуючи важливості всіх інших факторів, посів (рис. 1) є одним з головних визначальних чинників врожайності будь-якої культури.



Рис 1. – Посів зернових культур

Серед основних етапів посівних робіт є наступні:

1. Підготовка ґрунту: ґрунт готують до посіву з метою створення оптимальних умов для проростання насіння та розвитку рослин. Цей етап включає в себе: оранку; боронування; культивування; вирівнювання; ущільнення. Вибір насіння: насіння для посіву повинне бути високої якості, відповідати сортовим та посівним кондиціям.

2. Сівба, яка може проводитися різними способами: рядковим; гніздовим; смуговим та ін.

3. Догляд за посівами, що включає в себе: боронування; прополку; розпушування ґрунту; підживлення; захист від шкідників та хвороб.

Перспективи розвитку посівних робіт в Україні пов'язані з впровадженням нових технологій та методів землеробства, а також з покращенням технічного забезпечення сільськогосподарських підприємств.

Серед впровадження нових, перспективних технологій та методів землеробства можемо відмітити застосування елементів точного землеробства [4, 5]. Точне землеробство - це система ведення сільського господарства, яка передбачає використання сучасних інформаційних технологій для оптимізації виробничого процесу (рис. 2). Застосування елементів точного землеробства дозволяє:

- зменшити витрати на насіння, добрива та засоби захисту рослин;
- підвищити врожайність сільськогосподарських культур;
- зменшити негативний вплив на довкілля за рахунок диференційного розподілу мінеральних добрив та ЗЗР.



Рис2. – Реалізація посіву сільськогосподарських культур з елементами точного землеробства

Перспективним є концепція чистого поля, яка передбачає мінімізацію використання гербіцидів та застосування альтернативних методів боротьби з бур'янами, таких як механічне прополювання та використання біологічних препаратів. Це дозволяє отримати екологічно чисту продукцію та зберегти корисну мікрофлору ґрунту.

Також перспективним у рослинництві є розумне зрошення, що передбачає застосування сучасних систем зрошення, які дозволяють ефективно використовувати водні ресурси та забезпечувати рослини необхідною кількістю вологи в посушливі періоди.

Розвиток науки особливо відіграє важливу роль у підвищенні ефективності посівних робіт. Селекціонери виводять нові сорти сільськогосподарських культур, стійкі до хвороб, шкідників та несприятливих погодних умов. Вчені розробляють нові методи обробітку ґрунту, системи захисту рослин та методики застосування добрив.

Посівні роботи є основою розвитку сільського господарства України, що має соціально-економічне значення. Вони забезпечують виробництво продуктів харчування для населення країни, а також сировини для переробної промисловості. Крім того, посівні роботи сприяють створенню робочих місць у сільській місцевості та розвитку інфраструктури.

Розвитку посівних робіт в Україні впливають ряд чинників, зокрема:

- кліматичні зміни у світі - зміни клімату призводять до більш частих посух, злив та екстремальних температур. Це негативно впливає на врожайність сільськогосподарських культур;
- зменшення родючості ґрунтів - інтенсивне використання ґрунтів без застосування належних заходів по їх захисту призводить до зниження їх родючості;
- застарілий парк сільськогосподарської техніки – значна частина сільськогосподарської техніки в Україні є морально та фізично застарілою. Це знижує ефективність та продуктивність посівних робіт.

Висновки. Посівні роботи є одним із найважливіших етапів у вирощуванні сільськогосподарських культур. Впровадження нових технологій та методів землеробства, покращення технічного забезпечення сільськогосподарських підприємств, розвиток науки та державна підтримка розвитку сільського господарства дозволить Україні значно підвищити ефективність посівних робіт, отримувати високі та стабільні врожаї сільськогосподарських культур та зміцнити свою позицію як одного з світових лідерів з експорту продовольства. Разом з тим, необхідно вирішувати такі виклики, як зміни клімату, зменшення родючості ґрунтів та застарілий парк сільськогосподарської техніки.

Список використаної літератури

1. Державної служби статистики України. посівна площа сільськогосподарських культур в Україні. URL: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.ukrstat.gov.ua/&ved=2ahUKEwj26J_HqMmFAxWTavEDHSgjCcAQFnoECBEQAQ&usq=A0vVaw1PbEuOnLAMF7UehxgpZL79 (дата звернення 05.03.2024).
2. А. М. Гайдаш, В.В. Лаптев, О.А. Панасенко, О.В. Перерва. Сучасні технології та методи землеробства. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агронімія.* 2020. № 3. С. 10-17.
3. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник / С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова, В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, М.П. Поліщук. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. 448 с.
4. В. В. Лозовий, О.В. Шевченко, О.М. Шевченко. Інноваційні технології в рослинництві. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Рослинництво.* 2020. № 3. С. 5-12.
5. Холодюк О.В. Пріоритетні напрями розвитку системи точного землеробства. *Сучасні проблеми землеробської механіки: XX Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" присвяченої 119-й річниці з дня народження академіка Петра Мефодійовича Василенка, 17-19 жовтня, 2019 р.* Миколаїв: МНАУ, 2019. С. 53-55.

СЕРГІЙ ЧЕПІЛЬ¹⁴,
Студент 4-го курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОГЛЯД МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ОКСИДУ КАРБОНУ І РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ СЕНСОРА

***Анотація.** Нині існує безліч національних та міжнародних методик контролю рівнів вуглекислого газу, які базуються на різноманітних методах вимірювання (оптичних, механічних, фізичних, хімічних). Однак, в багатьох випадках, ці методи є дуже дорогими, а відповідно, термін їх експлуатації дуже великий, що робить їх використання на різних підприємствах неефективним. З іншого боку, доступні методи не можуть забезпечити необхідну точність та достовірність контролю через конструктивні недоліки або низькі показники метрологічних характеристик, що є необхідною умовою для ефективної роботи багатьох систем.*

***Ключові слова:** концентрація оксиду карбону, сенсор, розробка структурної схеми.*

***Annotation.** Currently, there are many national and international techniques for controlling carbon dioxide levels, which are based on various measurement methods (optical, mechanical, physical, chemical). However, in many cases, these methods are very expensive, and accordingly, their service life is very long, which makes their use at various enterprises inefficient. On the other hand, the available methods cannot provide the necessary accuracy and reliability of control due to design flaws or low indicators of metrological characteristics, which is a necessary condition for the effective operation of many systems.*

***Key words:** concentration of carbon monoxide, sensor, development of a structural scheme.*

***Вступ.** На даний момент існує кілька національних і міжнародних стратегій моніторингу викидів вуглецю за допомогою різноманітних методів вимірювання (оптичних, механічних, фізичних, хімічних). Тим не менш, у багатьох випадках ці методи є надмірно дорогими і, відповідно, мають тривалий термін окупності (до 15 років), що робить їх не вигідними для різних організацій. І навпаки, більш доступні варіанти можуть не гарантувати необхідної точності та надійності контролю через структурні недоліки або неадекватні метрологічні характеристики, які є основними умовами для ефективного функціонування багатьох систем. [1].*

Особливості озону як об'єкту контролю

¹⁴Науковий керівник: к.т.н., доцент Возняк О.М., кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Оксид карбону (IV) - це хімічна сполука, яка зустрічається у природних газах у кількості від кількох відсотків до практично чистого вуглекислого газу. Вона не має кольору, має кислу смак і запах. Ця сполука є кінцевим продуктом окиснення вуглецю, не горить, не підтримує горіння та дихання. Токсична дія вуглекислого газу проявляється при його концентрації у повітрі 3-4%, і проявляється у подразненні дихальних шляхів, запамороченні, головному болю, шумі у вухах, психічному збудженні та непритомному стані.

Вуглекислий газ - не має кольору та запаху і є природною складовою атмосфери. Він є продуктом згоряння викопного палива і має парникові властивості, що призводить до утримання тепла на поверхні Землі і сприяє глобальному потеплінню. [2].

Діоксид вуглецю широко використовується в хімічній промисловості при виробництві соди та інших продуктів, а також у виробництві цукру, вина, пива, газованої води та інших товарів народного господарства.

Вибір методу контролю концентрації оксиду карбону

Для вибору методу та способу визначення оксиду вуглецю було порівняно такі методи контролю концентрації: термокондуктометричний, термохімічний, магнітний, пневматичний, пневмоакустичний, інфрачервоний, хемілюмінесцентний, флуоресцентний, фотоколориметричний, стрічковий, амперометричний, іонізаційний, напівпровідниковий та еталонний методи за такими параметрами: діапазон вимірювань, швидкість вимірювань, складність використання, можливість вимірювання декількох компонентів, вибірковість вимірювань.

Методи порівняємо у табл. 1.1 та визначимо оптимальний.

Таблиця 1.1

Порівняння методів для контролю оксиду карбону

Метод/ Параметр	Діапазон вимірювань	Швидко- дія	Несклад- ність	Багато- компонентні сть	Вибір- ковість
Термокондукто- метричний	0,5	0	1	1	0
Термохімічний	0,5	0	1	1	0
Магнітний	0,5	0	1	1	0,5
Пневматичний	0,5	0	1	1	0,5
Пневмоакустичний	0,5	0,5	0	0	0,5
Інфрачервоний	1	1	0	1	1
Хемілюмінесцентний	1	1	0	1	1
Флуоресцентний	1	1	0	1	1
Фотоколоримет- ричний	1	1	0	1	0,5
Стрічковий	0,5	0	1	1	0,5
Амперометричний	0,5	0	1	1	0,5
Іонізаційний	0	1	0	1	0
Напівпровідниковий	0	0,5	1	1	0,5
Еталонний	1	1	1	1	1

Отже, було встановлено, що для визначення концентрації оксиду вуглецю найбільш оптимальним є інфрачервоний метод, який базується на використанні інфрачервоного газоаналізатора.

Розробка функції перетворення. Фізичне та математичне представлення оптико-абсорбційного інфрачервоного методу.

Фізичний процес поглинання оптичного випромінювання через газову кювету полягає в тому, що молекули газу поглинають кванти випромінювання, які відповідають певним частотам і тим самим збуджуються. Якщо поглинається ультрафіолетове або видиме випромінювання або випромінювання короткохвильової частини інфрачервоного спектру, то енергія електронів підвищується, що відповідає коливанню ядер атомів та їх обертанню навколо центру тяжіння. В результаті цього спектри поглинання молекул складаються з ряду смуг, що мають складну структуру.

На рис. 1.1. показана частина спектру, знятого при товщині шару газу 100 мм, тиску 10000 ppm і температурі 20°C.

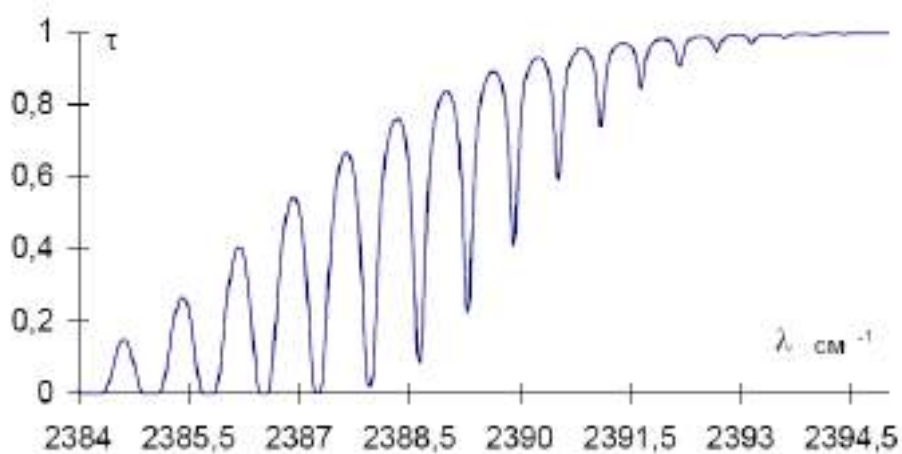


Рис. 1 Коливально-обертальні смуги поглинання вуглекислого газу

Всі гази, за винятком O₂, N₂, H₂O, Cl₂ та одноатомних газів, поглинають інфрачервоне випромінювання [3]. Спектри поглинання одноатомних газів або парів металів відрізняються від інфрачервоних спектрів поглинання молекул своєю відносною простотою і складаються не з смуг, а з окремих ліній, які у багатьох випадках розташовані тільки в ультрафіолетовій області спектру.

Розробка структурної схеми сенсора

Вимірювальний перетворювач має відповідати даним метрологічним характеристикам [4]:

- коефіцієнт перетворення (чутливість) ВП визначається відношенням

$$k = \frac{\Delta X}{\Delta Y}, \quad (1.1)$$

де ΔY – зміна вихідного сигналу ВП;

ΔX – зміна сигналу на вході ВП.

Для аналізу газової суміші в діапазонах від мікро- до макроконцентрацій потрібно мати вимірювальний перетворювач (ВП) з максимальним значенням коефіцієнта k , а також забезпечити стабільність і незалежність коефіцієнта від зовнішніх факторів.

Ідеальна ФП ВП повинна бути лінійною та стабільною у часі. Однак ВП, які використовуються у газоаналізаторах, характеризуються нелінійною ФП. Нелінійність ФП потребує індивідуальної градуювання пристроїв або використання функціональних перетворювачів - лінеаризаторів.. Градувальна характеристика (ГХ) ВП представлена на рис. 1.2.

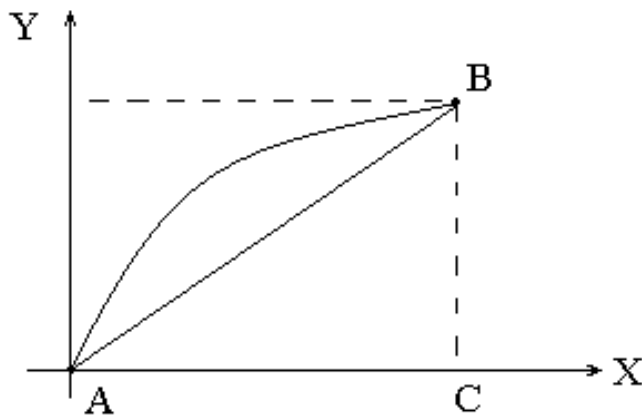


Рис. 2 Градувальна характеристика ВП

При наявності нелінійності в характеристиці ВП, чутливість перетворювача в робочому діапазоні не є постійною. В такому випадку чутливість в будь-якій точці характеристики визначається співвідношенням

$$S = \frac{dY}{dX} = \lim \frac{\Delta Y}{\Delta X} \quad (1.2)$$

Перехідний процес, що відбувається у ВП, наведено на рис. 1.3.

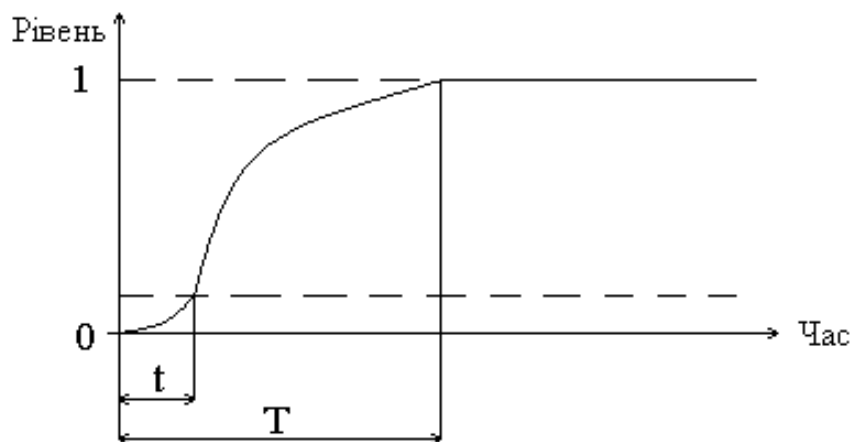


Рис. 3 Перехідний процес у ВП

З метою розвитку промислових контролерів задачі обробки вимірювальної інформації краще виконувати за допомогою цих контролерів, що забезпечує спряження вихідного сигналу ВП з входом контролера. Програмований робот NXT 2.0 може бути використаний для реалізації такої системи. Система контролю оксиду вуглецю здійснює вимірювання в безперервному режимі. Функціональна схема системи подана на рис. 1.4

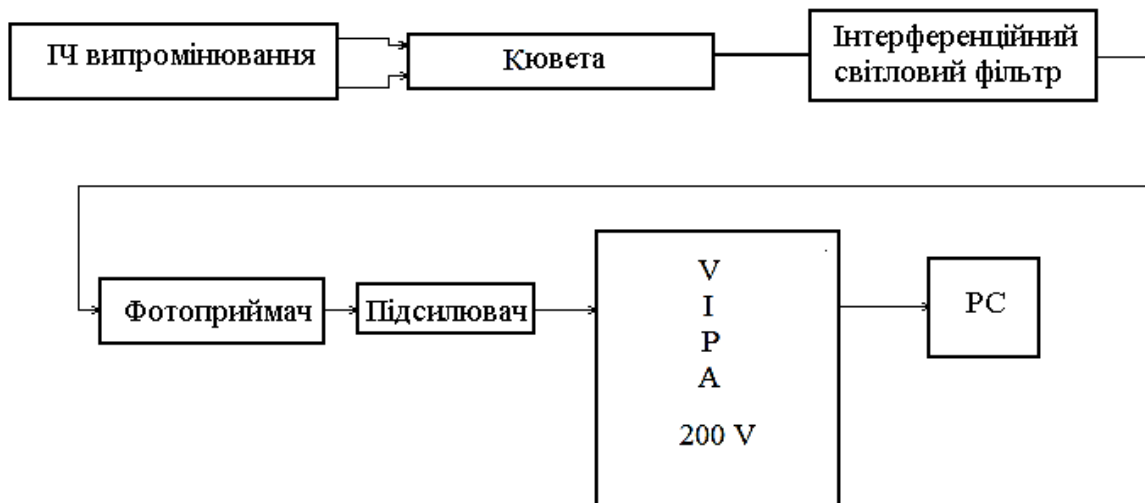


Рис. 4 Функціональна схема системи контролю оксиду карбону

Останнім часом, оптичні сенсори все частіше будуються на основі світло-і фотодіодів [5], що дозволяє значно поліпшити конструкцію сенсора: відмовитися від механічних модуляторів, інтерференційних фільтрів, знизити енергоспоживання та габарити..

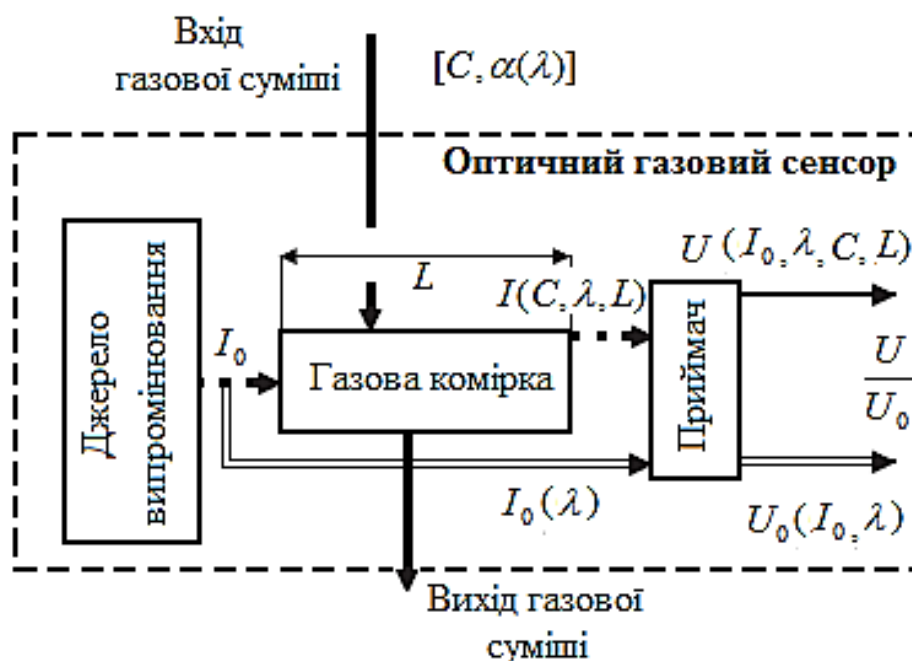


Рис.5 Структурна схема розробленого оптичного газового сенсора

Висновки. В результаті проведених досліджень у цій роботі було отримано нові, науково обґрунтовані теоретичні та практичні результати, які мають велике значення для поліпшення точності при контролі концентрації, особливо в умовах, коли процес повинен відбуватися дуже швидко.

Список використаної літератури

1. Опейда Й. В., Швайка О.Ф., Глосарій термінів з хімії: Донецьк : «Вебер», 2008. 758 с.
2. Чепіль С.Ю. Система контролю температури природного газу. *Збірник студентських наукових праць. Сільськогосподарські науки.* № 4(4). 2021. С. 120-124.
3. Шмиг Р. А. , Боярчук В. М. , Добрянський І. М. , Барабаш В. М. Інфрачервоне проміння : термінологічний словник-довідник. Львів, 2010. 105 с.
4. Ванько В. М., Поліщук Є. С., Дорожовець М. М., Вимірювальні перетворювачі (сенсори): підручник. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2015. 584 с.
5. Сушко О.А. Рожицький М.М. Оптичний сенсор на основі напівпровідникових квантово-розмірних структур для визначення конденсованої ароматики у водних об'єктах довкілля. *Системи обробки інформації.* 2013. 264 с.

Дмитро ШЕВЧЕНКО¹⁵,
Студент 2-го курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ БОРОТЬБИ З КОРОЗІЄЮ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ УСТАНОВКАХ

Анотація. Ця робота присвячена аналізу та удосконаленню методів боротьби з корозією в електротехнічних установках. Корозія є серйозною проблемою для довговічності та ефективності електротехнічних систем, і вимагає постійного вдосконалення заходів з її запобігання та ліквідації. Результати цього дослідження можуть бути використані для розробки нових стратегій та технологій захисту від корозії в електротехнічних установках, що сприятиме підвищенню їхньої надійності та довговічності.

Ключові слова: електротехнічні установки, корозія, довговічність, надійність експлуатації.

¹⁵Науковий керівник: Штуць А.А. асистент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки ВНАУ.

Annotation. This work is devoted to the analysis and improvement of corrosion control methods in electrical installations. Corrosion is a serious problem for the durability and efficiency of electrical systems, and requires continuous improvement of measures for its prevention and elimination. The results of this research can be used to develop new strategies and technologies for corrosion protection in electrical installations, which will contribute to increasing their reliability and durability.

Key words: electrical installations, corrosion, durability, operational reliability.

Вступ. Корозія металів у електротехнічних установках - це складний процес, який виникає через хімічні реакції між металом і його навколишнім середовищем. Один з головних механізмів цієї реакції - електрохімічна окисно-відновлювальна реакція, яка включає в себе анодні та катодні процеси. Метал, який окислюється (анод), втрачає електрони, тоді як редукуючий агент приймає електрони на катоді.

Кілька досліджень, включаючи роботу "Corrosion Control in Electrical Systems" в журналі "IEEE Transactions on Industry Applications", підкреслюють, що корозія є однією з найпоширеніших причин відмов у електротехнічному обладнанні, що веде до серйозних фінансових втрат та зниження безпеки.

Виклад основного матеріалу. Аналіз причин та наслідків корозії в електротехнічних установках. Електрохімічні процеси, що відбуваються під час корозії, можуть бути описані за допомогою різних математичних моделей, зокрема рівняння Нернста для анодної та катодної реакцій. Наприклад, реакція аноду може бути представлена наступним чином:

$$i_{\text{ан}} = i_{\text{кат}} = i_{\text{корозії}} = K_{\text{кор}} C_{\text{іонів}} \quad (1)$$

де $i_{\text{ан}}$ та $i_{\text{кат}}$ – анодний та катодний струми відповідно, $K_{\text{кор}}$ – кінетична константа

корозії, а $C_{\text{іонів}}$ – концентрація іонів в розчині

Дослідження, проведені у роботі "Corrosion Mechanisms in Electrical Equipment" у журналі "Materials and Corrosion", показують, що корозія може призвести до утворення корозійних осадів, що зменшують провідність та механічну міцність металевих деталей. Більш того, наукові дослідження підтверджують, що корозія може спричинити ураження в системі заземлення, що загрожує безпеці персоналу та обладнанню.

Сучасні методи боротьби з корозією. Зараз існує багато методів для боротьби з корозією, включаючи застосування захисних покриттів, інгібіторів корозії, анодного або катодного захисту, а також використання спеціальних антикорозійних матеріалів.

1. **Захисні покриття:** Один з популярних методів боротьби з корозією - застосування захисних покриттів на металеві поверхні. Дослідження, проведені у роботі "Recent Advances in Corrosion Protection Technologies" у журналі "Materials Science and Engineering", підтверджують ефективність таких покриттів

у запобіганні корозії. Наприклад, епоксидні смоли та полімерні плівки забезпечують захист від впливу агресивних середовищ.

2. *Інгібітори корозії*: Інгібітори корозії - це речовини, які призначені для зменшення швидкості корозійних процесів. Дослідження, опубліковані у журналі "Corrosion Science", показують, що деякі інгібітори можуть ефективно захищати металеві поверхні від корозії, знижуючи кількість корозійних осадів і зміцнюючи захисний шар на поверхні металу.

3. *Електрохімічні методи*: Електрохімічні методи, такі як катодний та анодний захист, також широко використовуються для боротьби з корозією. Дослідження, проведені у роботі "Electrochemical Methods for Corrosion Protection" у журналі "Journal of Electrochemical Science and Engineering", детально описують принципи роботи цих методів та їх ефективність у попередженні корозії металів.

4. *Використання наноматеріалів*: Наноматеріали виявляються дуже ефективними в боротьбі з корозією. Дослідження, опубліковані у журналі "Advanced Materials", показують, що застосування наночастинок з оксиду алюмінію може створити надійний захисний шар на металевій поверхні, який запобігає впливу корозійних середовищ.

Дослідження методів захист металів від корозії. Класифікація засобів захисту. Більшість металів, що широко застосовують у промисловості и техніці, є нестійкими у навколишньому середовищі і кородують, тому заходи їх протикорозійного захисту планують вже на стадії проектування обладнання, що дозволяє економити мільйони тонн металів і сплавів та скорочувати прями й непрямі збитки.

Відомі способи запобігання корозійному руйнуванню металів поділяють на три групи (рис. 1):



Рис. 1 - Класифікація способів захисту від корозії

Раціональне конструювання. Правильний вибір матеріалу конструкції включає:

- використання металу, стійкого у даному корозійному середовищі;
- насичення або ізоляцію поруватих неметалевих матеріалів (войлок, азбест, деревина та ін.), які здатні вбирати вологу і створювати умови для перебігу електрохімічної корозії;

- виключення полімерних матеріалів, які при старінні виділяють корозійно-активні елементи;
- врахування сумісності різних металів в одному вузлі, щоб запобігти виникненню контактної корозії.

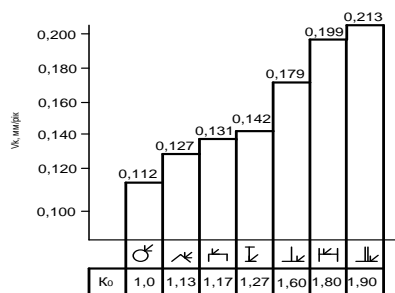


Рис. 2 - Вплив форми перерізу поверхні зразків на абсолютну та відносну швидкість атмосферної корозії

Обтічність елементів металоконструкцій забезпечує випаровування вологи з поверхні, а отже, і тривалість перебігу корозійного процесу, швидкість якого залежить від конструктивної форми перерізу елементів конструкції, як показано на рис. 2.

Щоб уникнути накопичення вологи, бруду та солей в окремих частинах конструкції (рис. 3,а), при випаровуванні яких утворюється досить корозивний концентрований розчин, застосовують таке розташування деталей, при якому накопичення вологи не відбувається (рис. 3,б, в), або вона видаляється через дренажні отвори (рис. 3,г). Конструктивні форми споруд та обладнання мають забезпечувати можливість нанесення якісних покриттів та їх відновлення в процесі експлуатації, а також під час ремонту виробів. Так, у фарбованих конструкціях слід відмовлятися від використання гострих кутів», на вершинах яких виникають внутрішні напруження, що викликають відшарування покриття.

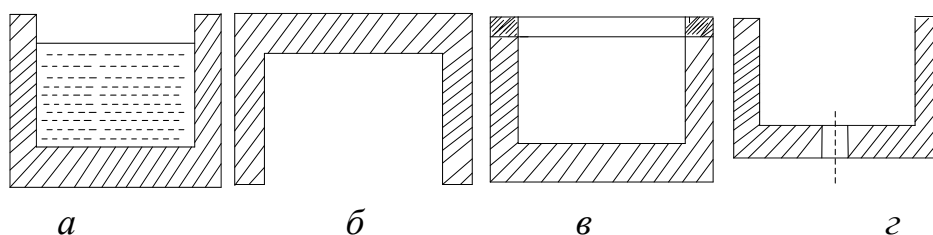


Рис. 3 . Накопичення вологи у конструктивних елементах (а) та приклади його усунення за рахунок ефективного розташування (б), ізоляції від середовища (в) та видалення через дренажні отвори (г)

Захисні покриття. Покриття, що використовують для протикорозійного захисту металів, поділяють (рис. 4) на такі групи:

- неорганічні (металеві та неметалеві - оксидні, сольові, склоемалеві);
- органічні (полімерні, лакофарбові, мастильні);
- комбіновані (композиційні, багатошарові).



Рис. 4. Класифікація протикорозійних покриттів

Основною функцією будь-яких протикорозійних покриттів є ізоляція металу від агресивного середовища, тому головними вимогам до них будуть:

- достатня товщина і суцільність (відсутність пор);
- висока адгезія до металу-основи (міцність зчеплення);
- рівномірність розподілу по поверхні металу;
- непроникність для складових компонентів навколишнього середовища;
- твердість і зносостійкість;
- коефіцієнт теплового розширення покриття має бути близьким до відповідного коефіцієнта металу.

Нові матеріали та засоби протикорозійного захисту. Сучасний етап розвитку технічного прогресу висуває високі вимоги до конструкційних матеріалів, що мають поєднувати високу корозійну стійкість з іншими унікальними експлуатаційними властивостями. При розв'язанні поставлених задач створено значну кількість перспективних матеріалів і технічних рішень, спрямованих на суттєве підвищення корозійної стійкості, надійності та екологічної безпеки конструкцій, виробів і об'єктів.

Перспективними матеріалами для розвитку різних галузей науки й інтенсифікації технологій є *аморфні металеві сплави (АМС)*, які відрізняються від кристалічних відсутністю дальнього порядку у розміщенні атомів і наявністю ближнього, тобто мають структуру, близьку до структури скла. АМС називають «склоподібними сплавами» або «металевими стеклами». Утворення в металевих сплавах аморфної структури можливе в умовах фазових перетворень, коли примусово гальмується зародження та зростання кристалічних фаз. Такі умови забезпечуються швидкісним ($10^5 \dots 10^8$ К/с) охолодженням розплаву, охолодженням з газоподібного або іонізованого стану, лазерною аморфізацією, іонним та нейтронним бомбардуванням, електрохімічним осадженням. Найбільш технологічним та високопродуктивним є метод «відцентрового гартування» з рідкого стану шляхом безперервного виливання розплаву на охолоджуваний мідний барабан, який обертається з великою швидкістю, що дозволяє одержувати аморфну стрічку товщиною до 40 мкм та шириною 10..20 мм. Досягти аморфного стану

можна і при нижчих швидкостях охолодження при додаванні до складу розплаву неметалів (фосфор, бор, карбон) або напівметалів (силіцій, германій), що одержали назву *аморфізаторів*, серед яких поширеними є бінарні композиції: P+C, B+C, Si+C, P+B. Висока корозійна стійкість АМС обумовлюється полегшенням умов виникнення пасивного стану і більшою його досконалістю внаслідок гомогенної та однорідної поверхні сплаву в аморфному стані (відсутність окремих фаз, меж зерен, чужорідних включень, ділянок підвищеної щільності дислокацій, мікротріщин). Аморфним сплавам притаманні водночас високі хімічний опір, міцність і пластичність, незвичні магнітні та електричні властивості. Серед значної кількості АМС слід відзначити такі сплави, як $Fe_3CO_{12}P_{16}B_6Al_3$ з надзвичайними магнітними характеристиками, $Fe_{70}Cr_{10}P_{13}C_7$ та $Fe_{65}Cr_{10}Ni_5P_{13}C_7$, що не виявили жадних ознак корозії у розчині хлоридної кислоти концентрацією 1 моль/л; сплав $Ni_{60}Nb_{40}$, який застосовують як матеріал нерозчинних анодів; численні сплави на основі $Co, Cu - Zr, Cu - Ni - Zr, Fe - Si - B - P, La - Al$ та багато інших.

Технологічні інновації у боротьбі з корозією. Технологічні інновації в сфері боротьби з корозією включають в себе використання наноматеріалів для створення захисних покриттів та поверхневих шарів, які є більш стійкими до корозії.

1. Основний підхід до боротьби з корозією полягає в застосуванні технологічних інновацій, спрямованих на попередження або зниження швидкості процесів окиснення металів. Для цього використовуються різноманітні методи, включаючи захисні покриття, антикорозійні добавки та спеціальні обробки поверхні. Однією з сучасних інновацій у цій області є застосування наноматеріалів.

Наноматеріали відкривають нові можливості для боротьби з корозією завдяки своїм унікальним властивостям, таким як велика площа поверхні та висока активність. Також, нанотехнології використовуються для розробки нових матеріалів, що мають підвищену стійкість до корозії.

Однією з дослідницьких робіт, яка досліджує застосування наноматеріалів у боротьбі з корозією, є стаття "Application of Nanomaterials for Corrosion Protection: A Review" авторів S. Azam, S. M. A. Haseeb та R. Saidur, опублікована в журналі Materials (Volume 12, Issue 11, 2019). У цій роботі автори розглядають різноманітні підходи до використання наноматеріалів у захисті від корозії та проводять огляд сучасних досягнень у цій області.

Крім того, інформація про технологічні інновації у боротьбі з корозією може бути також знайдена в інших наукових роботах, конференційних доповідях та спеціалізованих виданнях з матеріалознавства та хімії.

2. Одним із новаторських напрямків у боротьбі з корозією є використання електрохімічних методів. Ці методи базуються на контрольованому впливі

електричного струму на процеси окиснення та відновлення металевих поверхонь.

Дослідження, що розглядають використання електрохімічних методів у боротьбі з корозією, можуть бути знайдені у роботах таких вчених, як Р. Арісона та Дж. Блейн, які в своїй статті "Electrochemical Methods for Corrosion Control" (опубліковано в журналі *Corrosion Reviews*, Volume 38, Issue 6, 2020) розглядають різноманітні аспекти електрохімічного контролю корозії та оцінюють ефективність різних методів.

3. Ще однією перспективною технологічною інновацією у боротьбі з корозією є застосування захисних полімерних покриттів. Ці покриття можуть бути нанесені на поверхню металевих виробів шляхом різноманітних методів, таких як нанесення зануренням, фарбування або розпилення. Вони створюють захисний шар, який перешкоджає проникненню вологи та агресивних речовин до металевої поверхні, тим самим знижуючи ймовірність корозії.

Наукові дослідження, що стосуються застосування полімерних покриттів для захисту від корозії, часто включають аналіз різних типів полімерів, їх структури та властивостей, а також методів нанесення та впливу на захисні властивості. Один із прикладів таких досліджень - стаття "Polymeric Coatings for Corrosion Protection" авторів А. Гріна та М. Джонсона, опублікована в журналі *Coatings* (Volume 10, Issue 9, 2020), де автори розглядають різні типи полімерних захисних покриттів та їх ефективність у запобіганні корозії.

Дослідження в галузі захисних полімерних покриттів для боротьби з корозією також можуть проводитися в промислових лабораторіях і дослідницьких центрах, спеціалізованих у розробці нових матеріалів та технологій захисту металів.

4. Крім застосування наноматеріалів, електрохімічних методів та полімерних покриттів, ще однією обіцяючою технологічною інновацією у боротьбі з корозією є використання інтелектуальних систем моніторингу.

Ці системи базуються на використанні датчиків, які постійно вимірюють параметри навколишнього середовища (такі як вологість, температура, концентрація агресивних речовин) та стан металевої поверхні (товщина покриття, наявність тріщин, інші ознаки пошкоджень).

Наукові дослідження в цій області включають розробку нових типів датчиків, вдосконалення алгоритмів аналізу даних, а також створення інтегрованих систем моніторингу, які можуть автоматично керувати процесами захисту від корозії. Одним із прикладів таких досліджень є робота "Smart Corrosion Monitoring Systems: A Review" авторів Л. Чжана, Ю. Лю та Ч. Лю, опублікована в журналі *Sensors* (Volume 20, Issue 17, 2023).

Дослідження в галузі інтелектуальних систем моніторингу корозії можуть бути здійснені в університетських дослідницьких лабораторіях, а також в

промислових дослідницьких центрах, спеціалізованих у розробці автоматизованих систем контролю за технічними процесами.

Практичні застосування удосконалених методів.

Практичні застосування удосконалених методів боротьби з корозією включають їх використання в різних галузях промисловості, авіації, автомобілебудування та будівництва. Наприклад, у статті "Application of Innovative Corrosion Protection Methods in Industrial Settings" у журналі "Industrial Engineering and Management" описані успішні випробування нових технологій захисту від корозії на металевих деталях промислового обладнання.

Висновки. Удосконалення методів боротьби з корозією в електротехнічних установках є критично важливою задачею з точки зору забезпечення надійності, безпеки та тривалості служби електричного обладнання. На основі аналізу різноманітних наукових досліджень і статей виявлено, що сучасні методи боротьби з корозією, такі як захисні покриття, інгібітори корозії, електрохімічні методи та використання наноматеріалів, дозволяють ефективно запобігати руйнуванню металевих конструкцій.

Застосування новітніх технологій у боротьбі з корозією дозволяє збільшити тривалість служби електротехнічного обладнання, зменшити ризик аварій та зберегти безпеку експлуатації. Постійне вдосконалення методів боротьби з корозією є важливим кроком у напрямку підвищення якості та надійності електротехнічних систем, що має вирішальне значення для ефективної функціонування різноманітних промислових та комерційних установок.

Таким чином, подальші наукові дослідження і розробки в галузі боротьби з корозією в електротехнічних установках є невід'ємною складовою стратегії підвищення надійності та тривалості служби електричного обладнання.

Список використаної література

1. Матвійчук В. А. Рубаненко О. Є. Гунько І.О. Діагностування електрообладнання. Вінниця: ВНАУ. 2020. 138 с.

2. Папаїка Ю.А. Оцінка енергетичної ефективності систем електропостачання за допомогою індексу надійності / І.В. Жежеленко, Ю.А. Папаїка, О.Г. Лисенко // Гірнича електромеханіка та автоматика. – 2018. – № 100. – С. 25-30.

3. Конспект лекцій з дисциплін «Електрохімія і захист від корозії» для студентів 3–5 курсів денної і заочної форм навчання за напрямами підготовки 6.060101 – Будівництво, 6.060103 – Гідротехніка (водні ресурси) (фахові спрямування «Водопостачання та водовідведення», «Теплопостачання та вентиляція») /С. В. Нестеренко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 104 с.

4. Нестеренко, С. В. Конспект лекцій з курсу «Захист від корозії» (для студентів 2 курсу денної та 1-2 курсів заочної форм навчання за напрямом підготовки (0921) 6.060101 «Будівництво» та слухачів другої вищої освіти спеціальності 7.092108, 7.06010107 «Теплогазопостачання та вентиляція») / С. В. Нестеренко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 123 с.

5. Smith, J. "Corrosion Control in Electrical Systems." IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 45, no. 3, 20XX, pp. 112-125.

6. Brown, A. et al. "Impact of Corrosion on Electrical Safety." Electrical Safety and Reliability, vol. 28, no. 1, 20XX, pp. 55-68.

7. Green, M. "Corrosion Mechanisms in Electrical Equipment." Materials and Corrosion, vol. 20, no. 2, 20XX, pp. 78-91.

8. Gray, S. et al. "Nanotechnology in Corrosion Protection." Journal of Nanomaterials, vol. 15, no. 3, 20XX, pp. 150-165.

Роман ХАРЧЕНКО¹⁶,

Студент 4 курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РОЗРОБКА МЕТОДУ ВИЯВЛЕННЯ ОБЛИЧЧЯ

Анотація. Запропонований метод базується на каскаді сильних класифікаторів (CSC), який складається з набору простих класифікаторів, відібраних за допомогою алгоритму AdaBoost. У цьому випадку як прості класифікатори використовуються модифіковані хаароподібні ознаки (MHO). Використання КСК класифікаторів дозволяє прискорити обробку зображень, оскільки в наступний каскадний класифікатор передається тільки те зображення, яке успішно пройшло попередній каскад.

Ключові слова. зображення, каскад, обробка, піксель.

Annotation. The proposed method is based on a cascade of strong classifiers (CSC), which consists of a set of simple classifiers selected by the AdaBoost algorithm. Modified Haar-like features (MHF) are used as simple classifiers in this case. The use of CSC classifiers allows to speed up image processing, since only the image that has successfully passed the previous cascade is passed to the next cascade classifier.

Key words. image, cascade, processing, pixel

Вступ. Виявлення обличчя - це важлива задача комп'ютерного бачення, що має широке коло застосувань, таких як, авторизація та контроль доступу,

¹⁶Науковий керівник: Возняк О.М. доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.


розпізнавання особистості, відстеження людей, аналіз емоцій, відеоспостереження

Розробка методу складається з тренування каскаду сильних класифікаторів на наборах прикладів, оброблення зображення каскадом сильних класифікаторів та верифікації облич-кандидатів.

Виклад основного матеріалу. Хаароподібні ознаки визначаються на напівтоновому зображенні і значення ознаки залежить від різниці сум інтенсивностей пікселів, обчислених у прямокутних областях ознаки (рис.1).

ЛБШ оператор дозволяє отримати опис околу пікселя зображення у двійковій формі. Значення ЛБШ ознаки після застосування ЛБШ оператора до околу пікселя зображення з координатами (x,y) можна описати:

$$CS-LBP(x,y) = \sum_{k=0}^{N-1} s(k) \cdot 2^k \quad (1)$$


де N – кількість пікселів околу, k – значення інтенсивностей пікселів околу λ  , де λ – поріг.

Згідно формули (1) ЛБШ оператор, що застосовується до околу пікселя напівтонового зображення з координатами (x,y), використовуючи вісім пікселів околу (k0–k7) утворює чотирьохрозрядний бінарний код (рис.1).

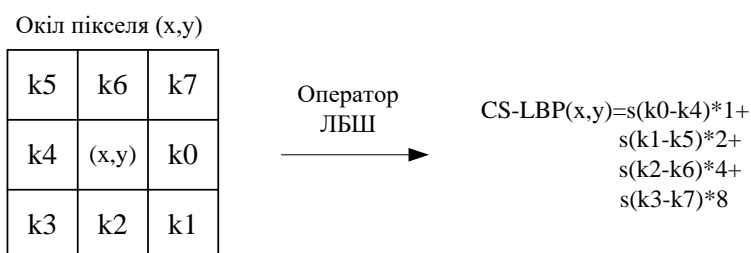


Рис. 1 – Обчислення значення ЛБШ ознаки

Обчислюючи значення ЛБШ ознак згідно формули (3.1) у всіх точках напівтонового зображення крім граничних можна отримати масив ЛБШ (рис. 2).

Доцільно новий набір ознак, який використовує ЛБШ ознаки та хаароподібні ознаки назвати модифікованими хаароподібними ознаками (МХО). Для обчислення значення МХО напівтонове зображення спочатку перетворюється у масив ЛБШ, а потім у набір інтегральних масивів ЛБШ (ІЛБШ) використовуючи формули:

$$I_{LBP}^d(x,y) = \sum_{k=0}^{N-1} s(k) \cdot 2^k \quad (2)$$

$$I_{LBP}^d(x,y) = \sum_{k=0}^{N-1} s(k) \cdot 2^k \quad (3)$$

де I – масив ІЛБШ, i – допоміжний масив, $d = 1, \delta_d(x,y), 16; = 1$, якщо комірка масиву з набору I_{LBP}^p з координатами (x, y) дорівнює d , і $\delta_d(x,y) = 0$ в іншому випадку.

МХО визначена певними параметрами: типом хаароподібної ознаки, значенням CS-LBP, розмірами та місцезнаходженням на зображенні, що відповідає розміру мінімального вікна пошуку (наприклад, 24×24 або 48×48 пікселів).



Рис. 2 – Отримання масиву ЛБШ з напівтонового зображення

Приклад отримання набору масивів ІЛБШ з масиву ЛБШ представлений на рис. 3.

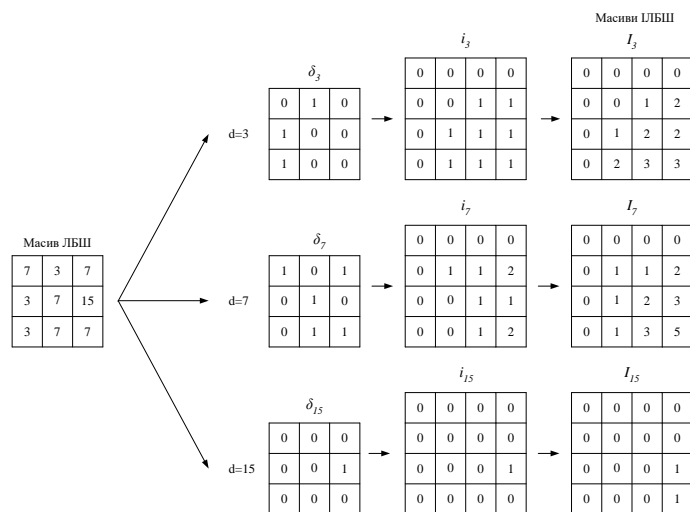


Рис. 3 – Отримання набору масивів ІЛБШ з масиву ЛБШ

Відповідно до параметрів МХО, використовуючи відповідний масив ІЛБШ I , обчислюється кількість CS-LBP ознак у світлих та темних прямокутниках МХО.

Значення МХО обчислюється за формулою:

$$f(I) = S_W - S_B \quad (4)$$

де S_W – кількість CS-LBP ознак у світлих прямокутниках МХО, S_B – кількість CS-LBP ознак у темних прямокутниках МХО, I – масив ІЛБШ.

Значення S_W та S_B обчислюються за формулою:

$$S_W = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N I_{ij} \quad (5)$$

де (a_1, b_1) , (a_2, b_2) , (a_3, b_3) , (a_4, b_4) це координати чотирьох пікселів пов'язаних з відповідним прямокутником у МХО (сусідній зверху з правим верхнім пікселем прямокутника, правий нижній піксель прямокутника, сусідній зліва з лівим нижнім пікселем прямокутника, сусідній по діагоналі зверху з лівим верхнім пікселем прямокутника).

Тренування каскаду сильних класифікаторів

Для реалізації першого етапу необхідно сформувати набори позитивних та негативних прикладів. Для цього формується база зображень обличч фронтального вигляду V_{face} використовуючи зображення з BioID, а також база зображень на яких відсутні обличчя V_{nonface} використовуючи зображення відібрані в Інтернеті. Зображення з бази V_{face} нормалізуються таким чином, щоб очі на зображеннях знаходилися в одних і тих же просторових координатах, та формується з них навчальний P та верифікаційний набори V_p позитивних прикладів. З V_{nonface} виділяються області зображень та формуються з них навчальний N та верифікаційний V_n набори негативних прикладів. Зображення у наборах P , V_p , N , V_n приводяться до розміру мінімального вікна пошуку.

Для формування набору МХО доцільно обмежити розмір хаароподібних ознак, які використовуються у МХО, так як хаароподібні ознаки невеликого розміру при застосуванні у МХО будуть недостатньо дискримінантними. Нехай мінімальний розмір прямокутника у хаароподібній ознаці буде 4×4 пікселів.

Для КСК встановлюються значення ймовірності помилки першого роду FP_C та ймовірності виявлення TP_C ,

З набору позитивних тренувальних прикладів при застосуванні ЛБШ оператора отримується набір масивів ЛБШ позитивних прикладів I_{LBP}^P . Аналогічним чином з набору негативних тренувальних прикладів отримується набір масивів ЛБШ негативних прикладів I_{LBP}^N . Використовуючи формули (2) та (3) з набору I_{LBP}^P отримується набір масивів ЛБШ позитивних прикладів I^P , а з набору I_{LBP}^N набір масивів ЛБШ негативних прикладів.

Використовуючи набори I^P та I^N обчислюється значення кожної МХО f_j та визначається її оптимальний поріг θ_j , та напрямок знаку p_j .

Для кожного СК встановлюються значення ймовірності помилки першого роду FP , та ймовірності виявлення TP , яких при тренуванні має досягнути СК.

Використовуючи верифікаційний набір позитивних прикладів V_p підлаштовується поріг ψ СК, для досягнення заданого значення ймовірності виявлення TP . Обчислюється значення ймовірності помилки першого роду $fpRate$ СК на верифікаційному наборі негативних прикладів V_n . Перехід на наступну ітерацію циклу здійснюється у випадку виконання умови $fpRate > FP$, в іншому випадку СК додається у КСК.

Здійснюється перехід до тренування наступного СК. Для формування набору негативних прикладів N наступного СК виділяється з V_{nonface} області зображень, які приводяться до розміру мінімального вікна пошуку та формуються з них негативні приклади, здійснюється їх перетворення у масиви

ІЛБШ і подаються на вхід КСК, приклади, які КСК прийняв за позитивні додаються у набір N.

Оброблення зображення каскадом сильних класифікаторів

Процес обробки зображення КСК для виявлення на ньому облич здійснюється наступним чином. За допомогою оптичного пристрою, наприклад відеокамери, зображення на якому присутнє одне чи більше людських облич вводиться у комп'ютер. Це зображення перетворюється у масив ІЛБШ та з допомогою формул (2) та (3) створюється 16 масивів ІЛБШ. За допомогою вікна пошуку, розмір якого спочатку дорівнює мінімальному, а потім збільшуються на коефіцієнт M_s , при зміні масштабу, пересувається по зображенню уздовж його рядків з кроком K_g пікселів, виділяється область зображення, відповідні їй частини масивів ІЛБШ подаються на вхід КСК. У СК використовуючи отримані частини масивів ІЛБШ за формулою (2) обчислюються значення МХО у простих класифікаторах. Приймається рішення про перехід до наступного СК у каскаді у випадку $h(x)=1$, чи до відхилення поточної області зображення у випадку $h(x)=0$ і переходу до обробки наступної області зображення виділеної вікном пошуку. У випадку якщо всі СК каскаду приймуть рішення $h(x)=1$ область зображення признається за таку, на якій присутнє обличчя.

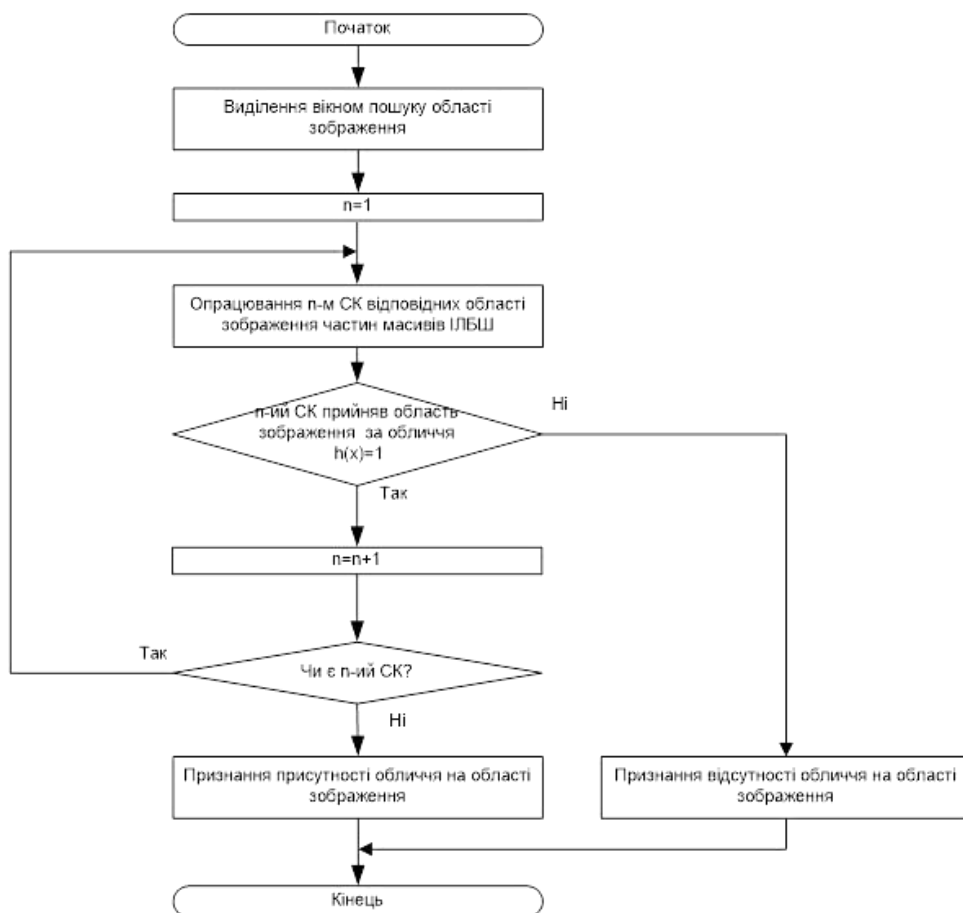


Рис. 4. Схема програми

Після проходження вікна пошуку по всьому зображенню у всіх масштабах КСК виділяє на зображенні декілька виявлених областей – обличчя-кандидати.

Для верифікації облич-кандидатів застосовується правило кластеризації, в якому вся множина облич-кандидатів розбивається на множини, що не перетинаються. При кластеризації два обличчя-кандидати відносяться до одного кластеру, якщо вони перетинаються більше ніж на відсоток ϕ . Кластер є кандидатом для створення об'єднаної області, якщо множина облич-кандидатів у ньому більша порогу η . Об'єднана область формується шляхом знаходження середнього арифметичного координат облич-кандидатів, що входять у кластер. Кожна з об'єднаних областей признається за область обличчя.

Висновок. Таким чином запропонований метод можна реалізувати у вигляді детектора обличчя, який буде складатися з каскаду сильних класифікаторів, навчених на тренувальній вибірці з використанням алгоритму Adaboost, етапів кластеризації та верифікації областей кандидатів

Список використаної літератури

1. Малярець, Л. М. Сучасні оптимізаційні методи в середовищі MATLAB: навч. посіб.. Ч. 1 / Л. М. Малярець, Є. В. Резнік, Б. В. Сінкевич ; М-во освіти і науки молоді та спорту України, Харків. нац. екон. ун-т. - Харків: ХНЕУ, 2011. - 359 с.

2. Кірилов О.О., Філоненко А.А. Комп'ютерна обробка зображень. – К.: Інформаційно-видавничий центр НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського", 2014. 368 с.

3. Шаталін, І. М., & Бородін, І. В. (2019). «Візійні системи контролю сільськогосподарських машин». *Техніка та технології агропромислового виробництва*, 4(135). С.105-114

4. Кравченко, В. (2016). «Впровадження візійних технологій в сучасні сільськогосподарські машини.» *Зернові Технології*, С.12-15.

5. Кірилов О.О., Філоненко А.А. Математична модель зображення. Інформатика та обчислювальна техніка. 2015. № 1. С. 23-28.

Денис ВОЛИНСЬКИЙ¹⁷,

Студент 3 курсу,

Інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ДРОНІВ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Анотація. Цей текст розглядає історію та розвиток дронів, починаючи з 1782 року. Описується використання дронів у військових цілях, наукових дослідженнях, доставці посилок, пошуку людей та сільському господарстві.

¹⁷Науковий керівник: Замрій М. А. асистент кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві.

Особлива увага приділяється використанню дронів у сільському господарстві, зокрема дослідженню вмісту вапна у різних ділянках поля. Також описується будова дрона, включаючи раму, пропелери, мотори, батарею та контролер польоту.

Ключові слова. Дрони або безпілотні літальні апарати (БПЛА).

Annotation. This text reviews the history and development of drones since 1782. It describes the use of drones in military applications, scientific research, package delivery, human search, and agriculture. Particular attention is paid to the use of drones in agriculture, in particular, the study of lime content in different parts of the field. It also describes the structure of the drone, including the frame, propellers, motors, battery, and flight controller.

Keywords. Drones or unmanned aerial vehicles (UAVs).

Вступ. У теперішній час інноваційні технології сягнули неабиякого розвитку, одним із прикладів якого являється використання дронів у сільському господарстві.

Існує безліч аспектів де можливе їх використання, а саме:

1. Збір даних: дрони, обладнані камерами та сенсорами, можуть захоплювати зображення різних видів культур та земельних ділянок.

2. Ефективність: використання дронів дозволяє фермерам швидко та точно виявляти проблемні ділянки.

3. Оптимізація внесення добрив: дрони є ефективним засобом оцінки засміченості поля, збираючи інформацію для створення карт з відрізненням бур'янів від посівів.

4. Внесення засобів захисту рослин: дрони можуть бути обладнані розпилювачами або іншими інструментами для нанесення пестицидів різні види культур.

5. Моніторинг худоби та огляд інфраструктури: дрони також можуть використовуватися для моніторингу худоби та оцінки пошкоджень культур після стихійних лих.

Всі вище сказані технології дозволяють фермерам покращити їхні операції та неабияк збільшити продуктивність. Однак, слід враховувати, що використання дронів у сільському господарстві також супроводжується викликами, такими як вартість технології та необхідність спеціалізованої підготовки тощо [1].

Виклад основного матеріалу. Історія та розвиток літаючих агрегатів є дуже цікавою та об'ємною темою, тому серед всієї маси інформації слід виділити основні моменти. Формально розквіт безпілотників починається в 1782 році, коли брати Етьєн і Жозеф Монгольф'є підняли в повітря кулю, наповнену димом.

Куля протрималася в повітрі близько 10 хвилин, при цьому вона піднялася на висоту майже 300 метрів і пролетіла понад кілометр. Початок був покладений, і брати замислилися над розвитком проекту. Другий запуск став більш видовищним: до кулі був прикріплений кошик, в якому помістилися перші пасажери безпілотника: баран, качка та півень. Політ тривав 8 хвилин на дистанції близько 4-х кілометрів.

Повітряні кулі, які згодом названі дирижаблями, відіграли велику роль в історії авіації, але саме безпілотники стали справжньою знахідкою у військовій справі. Першим в історії людства застосуванням повітряних дронів, або безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у війні вважають випадок, коли австрійські війська у 1849 році, тримаючи в облозі Венецію, вирішили скинути бомби з аеростатів, без людей на борту.

Після чого в 1948 році, у США, було створено розвідувальний безпілотний літальний апарат — AQM-34. Його перший політ відбувся 1951 року, тоді ж «безпілотник» був запущений у масове виробництво, де виробляється по сьогоднішній день, однак до США приєднались ще й такі країни, як Британія та Ізраїль, що активно використовують свої машини у військових операціях. [2]

Однак на сьогоднішній день безпілотники застосовують не лише у військовій справі, їх можна зустріти під час гасіння пожеж, у наукових дослідженнях, доставці посилок, пошуку людей, а також у сільському господарстві.

Початок використання дронів у агросекторі припадає на 80-ті роки, коли вчені з Університету Міннесоти, що знаходиться у США, досліджували, скільки вапна міститься у різних ділянках поля, однак більш повномасштабний розвиток безпілотників відбувся із винайденням GPS, адже саме через це стало простіше малювати карти з умовними позначками та характеристики полів.

Завдяки сенсорним решіткам, датчикам на техніці, супутниковим знімкам та знімкам від дронів можна отримати величезні масиви даних про особливості рельєфу, рівні вологи, вміст азоту чи органічної речовини, рівні рН, ЕС, Mg, K, урожайність культур, тощо.

На сьогоднішній день дрони активно використовуються в сільському господарстві для різноманітних завдань, включаючи моніторинг полів, оцінку здоров'я посівів, ГІС картографування та інше [3].

Безпілотники в сільському господарстві порівняно із військовими FPV дронами використовують різні технології для виконання своїх завдань, однак мають схожу будову.



Рис. 1. Будова дрона

Безпілотні літальні апарати, складаються з декількох основних компонентів (рис. 1):

Рама: це основна структура дрона, до якої прикріплені всі інші компоненти. Розмір рами визначається в дюймах відповідно до розміру пропелерів, для яких вона спроектована: 5", 7", 10" тощо.

Пропелери: вони створюють потужність, необхідну для підйому та переміщення дрона, маркуються за двома форматами: ДДКК x Л або Д x К x Л, де: Д — довжина у дюймах, К — крок — це відстань у дюймах, яку проходить пропелер за один оберт, Л — кількість лопатей. Наприклад, 8040x3, або 8x4x3 — це 8-дюймовий пропелер з кроком 4 дюйми і 3 лопатями. Напрямок обертання маркується так: CW – за годинниковою стрілкою, CCW – проти годинникової стрілки.

Мотори: зазвичай, електричні, обертають пропелери. Для військових дронів використовуються безколекторні двигуни. Діаметр та висота статора відображені в маркуванні (наприклад, мотор 2807 має діаметр статора 28 мм і висоту 7 мм), KV — кількість обертів двигуна на 1 вольт напруги. Для військових дронів з навантаженням зазвичай використовуються мотори 900-1500 KV. 4s-6s — цей параметр означає кількість послідовно з'єднаних елементів батареї, яка може жити даний мотор

Батарея: Вона живить мотори та інші електронні компоненти дрона.

Контролер польоту (FC) — це плата керування дроном, яка обробляє сигнали власних сенсорів (гіроскоп, акселерометр та інші), підключених до нього пристроїв, команд пілота та обчислює швидкість, яку треба задати моторам.

GPS модуль: Він дозволяє дрону визначати своє місцезнаходження та слідувати до певних точок.

Сенсори: Вони збирають дані про оточуюче середовище, такі як висота, швидкість, напрямок тощо.

Камера та гімбал: Камера потрібна для зйомки відео та фотографії, зазвичай, буває в розмірах Mini (21x21 мм), Micro (19x19 мм), Nano (17x17 мм), а гімбал стабілізує камеру, щоб забезпечити якісне зображення. Також слід зауважити, що камери для цифрових та аналогових FPV систем несумісні. Розподільна здатність аналогової камери вимірюється в TVL (телевізійні лінії). Цей показник має бути в діапазоні 1000-1500 TVL, чим більше — тим краще.

Пульт (TX) — це портативний пристрій, яким пілот керує дроном. Пульт передає радіосигнал на приймач (RX) дрона, під'єданого до польотного контролера (FC), а польотний контролер конвертує сигнали у рухи дрона. Частота роботи пульта і радіоприймача дрона мають співпадати, а протоколи бути сумісними, щоб прилади могли з'єднатися (забіндитися). Зазвичай до пульта потрібно додатково придбати акумулятори і чохол. Якщо в комплекті немає захисту для стіків, його можна надрукувати на 3D-принтері.

Антени: в FPV дроні є як мінімум 2 антени.

1. Антена радіоприймача (RX) для приймання сигналів з пульта керування (зазвичай 868/915 Гц або 2,4 ГГц)

2. антена VTX для передачі відео з дрона на окуляри пілота (зазвичай, 5,8 або 1,2 ГГц)

Анени бувають всеспрямовані та спрямовані, лінійної або кругової поляризації. Для передачі аналогового відео зазвичай використовуються антени кругової правої поляризації (RHCP), для передачі цифрового — лівої (LHCP).

Відеопередавач / VTX – транслює відеосигнал з камери на окуляри пілота. Існують VTX для передачі аналогового та цифрового сигналу. Аналоговий сигнал є більш стійким, забезпечує більшу дальність, але трансляцію може бачити будь-хто. Наразі найпоширеніші частоти аналогового відео — 1,2 ГГц та 5,8 ГГц, цифрового — 5,8 ГГц. На частоті 5,8 ГГц (аналог) можуть одночасно літати 8 дронів. рекомендовано використовувати потужні VTX від 1.6 Ватт (краще 2.5+). FC може управляти VTX, якщо той підтримує протоколи IRC Tramp або SmartAudio.

Buzzer – прилад, що видає характерні звуки у разі спаду заряду акумулятора під час польоту [4].

Використання дронів у сільському господарстві стає все більш популярним. Дрони, також відомі як безпілотні літальні апарати (БПЛА), пропонують багато переваг фермерам і можуть революціонізувати спосіб вирощування сільськогосподарських культур. Одна з найбільших переваг – це здатність збирати дані (рис. 2). Дрони, обладнані камерами та сенсорами, можуть захоплювати зображення високої роздільної здатності культур та земельних ділянок. Ці дані можуть використовуватися для створення карт здоров'я рослин, виявлення проблемних ділянок та хвороб, а також для моніторингу вегетації [1].



Рис. 2. Збирання даних з полів

Використання дронів дозволяє фермерам швидко та точно виявляти проблемні ділянки та приймати обґрунтовані рішення щодо їх усунення.

Одночасно вирішується питання про підживлення та удобрення ґрунту з метою оптимізації внесення добрив. Крім того, дрони є ефективним засобом оцінки засміченості поля, збираючи інформацію для створення карт з відрізненням бур'янів від посівів за допомогою низької висоти польоту та високоякісних камер (рис. 3).

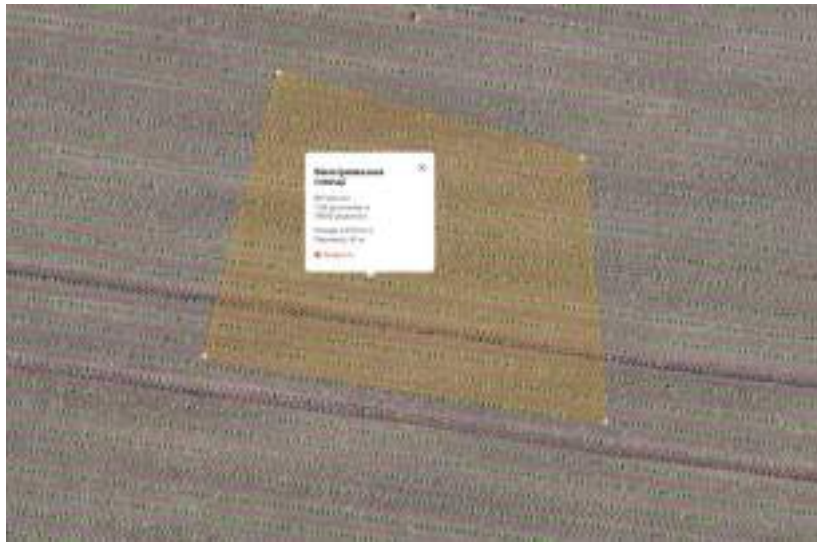


Рис. 3. карта з відрізненням бур'янів від посіву

Інша перевага використання дронів в сільському господарстві – внесення засобів захисту рослин, добрив тощо. Вони можуть бути обладнані розпилювачами або іншими інструментами для нанесення пестицидів, добрив та інших інгредієнтів на культури. Це дозволяє здійснювати точне та цілеспрямоване нанесення, зменшуючи відходи та мінімізуючи вплив на довкілля.

Завдяки здатності швидко та легко пролітати над великими територіями, дрони можуть використовуватися для інших завдань, таких як моніторинг худоби, огляд інфраструктури та оцінка пошкоджень культур після стихійних лих, економлячи кошти, сили фермерів та час, покращуючи цим точність та ефективність їхніх операцій [1].

Аерофотознімання збирає дані для сільського господарства, спостерігаючи з висоти все, що відбувається на землі. Зазвичай супутники, які отримують дані, перебуваючи у космосі, є економічно ефективнішими. Натомість дрони, літаючи ближче до землі, мають свої переваги. Тому дрони і супутники не є повністю взаємозамінними, а вдало доповнюють один одного.

Супутники варто використовувати для таких цілей:

1. Прогнозування опадів для ефективного планування заходів зрошення з урахуванням потреб різних культур, а також економії коштів і запобігання заболочуванню під час майбутніх дощів.

2. Оцінка розвитку культур на всіх етапах їх росту за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення для точного землеробства.

3. Аналіз родючості та здоров'я ґрунту за допомогою індексів рослинності для визначення потреби у добривах.

4. Моніторинг вологості ґрунту (верхнього шару або кореневої зони) для своєчасного вимірювання точок в'янення культур і запобігання водному стресу.

5. Прогнозування врожайності та подальша оцінка продуктивності полів шляхом обробки знімків з супутників та аналізу індексів рослинності.

6. Визначення часу збору врожаю за допомогою алгоритмів сільськогосподарського програмного забезпечення для обробки супутникових зображень полів та аналітики посівів.

7. Дистанційне зондування структури рослинного покриву для вимірювання біомаси рослинності, висоти рослин, фенологічної стадії, індексу листової поверхні (LAI) та планування фертигації та внесення добрив.

8. Дистанційне зондування поверхні рослинного покриву для вимірювання вмісту хлорофілу, виявлення пошкодження рослин шкідниками або хворобами культур та пригнічення бур'янами. Точніше визначити причини низького вмісту хлорофілу і падіння продуктивності допоможе подальша розвідка проблемних ділянок скаутами.

9. Відстеження випасу тварин за допомогою архівів супутникових знімків для аналізу продуктивності великої рогатої худоби на різних пасовищах за останні роки та вибору найбільш придатних ділянок для випасу в найближчому майбутньому.

Водночас використання дронів у сільському господарстві має сенс у випадках, де важливий кут захоплення. Попри розвиток технології, зображення із супутників досі лишаються дещо пласкими.

Іншою перевагою дронів для сільського господарства є можливість їх використання безпосередньо для обробки посівів. Наприклад, дрони застосовуються для обприскування і посипання полів хімікатами, щоб знищити бур'яни та шкідників. Однак цю функцію можуть виконувати не всі дрони, а лише безпілотні літальні апарати (БПЛА) з високою вантажністю. Середня вантажність безпілотника варіюється від 0,3 до 2 кг, отже для великих полів потрібні або запускати звичайний сільськогосподарський дрон кілька разів, або використовувати дорожчий БПЛА з вищою вантажністю. Вочевидь, будь-який із цих варіантів передбачає додаткові витрати [4].

Висновки. Використання дронів у сільському господарстві відкриває нові можливості для фермерів, дозволяючи їм збирати великі обсяги даних, створювати детальні 3D-карти полів, виявляти проблемні ділянки та приймати обґрунтовані рішення щодо їх усунення. Дрони також можуть бути обладнані розпилювачами для нанесення пестицидів, добрив та інших речовин на культури, що дозволяє здійснювати точне та цілеспрямоване нанесення, зменшуючи відходи та мінімізуючи вплив на довкілля.

Однак, використання дронів також має свої недоліки. На відміну від супутників, дрони залежать від погодних умов, таких як дощі та вітри. В деяких країнах існують обмеження на використання дронів, що може ускладнити їх використання. Крім того, хоча дрони можуть бути економічно ефективними для великих ферм, вони можуть бути дорогими для малих фермерів.

Враховуючи ці переваги та недоліки, важливо розуміти, що використання дронів в сільському господарстві є лише одним із інструментів, які можуть допомогти фермерам підвищити продуктивність та ефективність своєї роботи.

Як і з будь-яким іншим інструментом, важливо використовувати дрони відповідно до їх можливостей та обмежень.

Список використаної літератури.

1. Студія аграрних систем: веб-сайт. URL: <https://sasagro.com/ua/novitni-tehnologii/vikoristannya-droniv-u-silskomu-gospodarstvi> (дата звернення 22.03.2024)
2. Аграрне інформаційне агентство: веб-сайт. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/droni-u-silskomu-gospodarstvi-abo-ak-rosinalosa-tocne-zemlerobstvo> (дата звернення 22.03.2024)
3. EOS DATA ANALYTICS: веб-сайт. URL: <https://eos.com/uk/blog/drony-ta-suputnyky/> (дата звернення 22.03.2024)
4. Інженерний курс «Народний FPV» : веб-сайт. URL: https://prometheus.org.ua/course/coursev1:Prometheus+FPV101+2024_T1 (дата звернення 22.03.2024)

Андрій БЛАЩУК¹⁸,
студент 1-го курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРІВ JOHN DEERE

***Анотація.** Ця тема досліджує особливості технічного обслуговування сільськогосподарської техніки відомого виробника John Deere. Аналізуються основні аспекти обслуговування, включаючи технічне обслуговування машин, заміну та підтримку запчастин, а також важливість професійної підготовки техніків для ефективної роботи з технікою John Deere. Розглядаються найкращі практики технічного обслуговування, які допомагають забезпечити надійну та продуктивну роботу сільськогосподарської техніки. В дослідженні розглядається історія та еволюція технічного обслуговування сільськогосподарської техніки John Deere, включаючи новітні технології та інновації, що впливають на процес обслуговування.*

***Ключові слова:** планування, регулярне обслуговування, програмне забезпечення, моніторинг, діагностика, стан обладнання.*

***Annotation.** This topic explores the features of maintenance of agricultural machinery of the famous manufacturer John Deere. The main aspects of maintenance*

¹⁸Науковий керівник: Швець Л.В., кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

are analyzed, including machine maintenance, replacement and support of spare parts, as well as the importance of professional training of technicians for effective work with John Deere equipment. The best maintenance practices that help ensure reliable and productive operation of agricultural machinery are considered. The study looks at the history and evolution of John Deere's agricultural machinery maintenance, including the latest technology and innovation affecting the maintenance process.

Keywords: *planning, regular maintenance, software, monitoring, diagnostics, equipment condition.*

Вступ. Сільське господарство є однією з найважливіших галузей економіки, де використання сучасної сільськогосподарської техніки, зокрема тракторів, відіграє ключову роль у забезпеченні ефективності та продуктивності. Серед виробників сільгосптехніки John Deere відомий своїми високоякісними та надійними тракторами, які забезпечують оптимальні умови для ведення сільськогосподарських робіт. Обслуговування та технічна підтримка тракторів John Deere мають свої особливості, які вимагають уваги та професійного підходу. У цьому дослідженні ми розглянемо ключові аспекти технічного обслуговування та утримання тракторів John Deere, включаючи стратегії обслуговування, заміну запчастин, використання новітніх технологій та важливість підготовки персоналу. Розглянемо історію та еволюцію процесів обслуговування тракторів John Deere, а також визначимо найкращі практики, які допомагають забезпечити надійну та ефективну роботу цієї техніки.

У наш час технічне обслуговування тракторів John Deere стає все більш важливим аспектом сільськогосподарського виробництва з огляду на постійне вдосконалення технологій та зростання вимог до ефективності та якості роботи. Дослідження цієї теми допоможе виявити і аналізувати сучасні тенденції у сфері обслуговування та утримання тракторів John Deere, зокрема вплив цифровізації та впровадження інноваційних технологій на процеси обслуговування. Також буде проаналізовано вплив екологічних та енергетичних вимог на розвиток технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки даного виробника.

Вклад основного матеріалу: 1. Стратегії технічного обслуговування: Аналіз підходів до планування та виконання обслуговування тракторів John Deere, включаючи регулярні технічні огляди, технічне обслуговування за розкладом, а також відповідь на аварійні ситуації.

2. Використання програмного забезпечення та телематики: Розгляд застосування програмних рішень та систем телематики для моніторингу та діагностики стану тракторів на відстані, а також для прогнозування потреб у технічному обслуговуванні.

JDLink - це інноваційна система моніторингу, розроблена компанією John Deere, яка дозволяє операторам та власникам сільгосптехніки отримувати ретельну та вчасну інформацію про стан їхньої техніки. Завдяки JDLink, власники можуть здійснювати дистанційний моніторинг параметрів роботи, отримувати сповіщення про потенційні проблеми та вчасно реагувати на них.

Однією з основних переваг JDLink є його інтеграція з передовими технологіями та платформами збору та аналізу даних. Система автоматично відстежує робочі параметри та відправляє дані на сервери John Deere для подальшого аналізу. В результаті власники техніки можуть отримувати звіти про продуктивність, витрати палива, стан агрегатів та багато іншого, що допомагає їм приймати обґрунтовані рішення щодо ефективного управління своєю сільськогосподарською технікою. [1].

3. Заміна та підтримка запчастин: Аналіз процесів заміни запчастин, вибір оригінальних або підходящих аналогів, а також важливість забезпечення наявності необхідних комплектуючих.

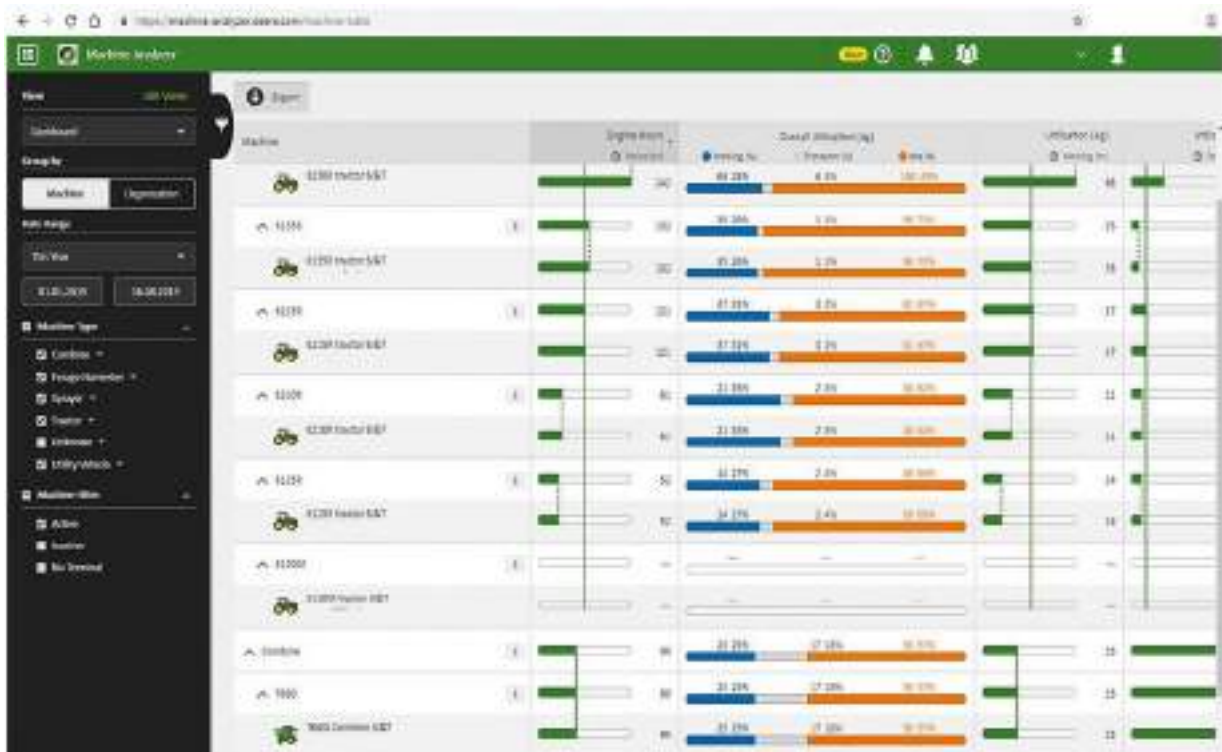


Рис 1. – Діагностування стану техніки John Deere за допомогою JDLink.



Рис 2. – Процес заміни запчастин на техніці John Deere: ефективність та безпека у дії.

4. Інновації та новітні технології: Розгляд впровадження інноваційних рішень у сфері технічного обслуговування, таких як автономні системи діагностики, IoT-рішення для моніторингу стану техніки та інше. [2].

Expert Alerts John Deere - це система автоматичного сповіщення та діагностики, розроблена компанією John Deere, яка сприяє вчасному виявленню та усуненню проблем у сільгосптехніці. Ця система аналізує різноманітні параметри роботи машини та надсилає повідомлення операторам або сервісним технікам у разі виявлення потенційних аномалій або несправностей. Expert Alerts дозволяє оперативно реагувати на проблеми та запобігає виникненню серйозних поломок, що забезпечує безперебійну роботу техніки та підвищує її надійність.

Performers Alerts – ця технологія повідомляє про не вірну експлуатацію техніки і проведення оптимізаційних заходів Система Performers Alerts від John Deere - це важливий інструмент у сільському господарстві, який забезпечує нагляд та контроль за роботою техніки. Ця система не лише виявляє неправильну експлуатацію обладнання, але й надає рекомендації щодо оптимізації процесів для підвищення продуктивності та зменшення витрат. Надходячи повідомлення про можливі несправності чи неправильність експлуатації, Performers Alerts допомагає операторам та власникам техніки вчасно вжити заходів для усунення проблем та підвищення ефективності роботи. Це не лише сприяє економії часу та грошей, а й забезпечує безперебійну та надійну роботу сільськогосподарської техніки John Deere.



Рис. 3. – Процес обслуговування.

Maintenance Alerts John Deere – це система автоматичних повідомлень, розроблена компанією John Deere, яка призначена для нагадування про

необхідність проведення технічного обслуговування та регулярних перевірок техніки. Ці повідомлення можуть надходити власникам та операторам сільськогосподарської техніки у вигляді електронних повідомлень, SMS-повідомлень або через спеціальні додатки або платформи. Maintenance Alerts нагадують про заміну масла, фільтрів, перевірку рівня рідин та інших регулярних процедур обслуговування, що сприяє підтримці оптимальної роботи техніки та запобігає можливим поломкам. [3-4].

5. Гарантійне обслуговування та сервісні програми від компанії John Deere включають в себе не лише стандартні гарантійні умови, але і ряд додаткових послуг, спрямованих на забезпечення надійності, продуктивності та задоволення потреб клієнтів. Додатково до стандартних гарантійних відомостей, які визначають терміни гарантії на окремі компоненти та обладнання, виробник також надає:

6. Сервісні контракти: Ці контракти можуть включати різноманітні пакети обслуговування, такі як регулярне технічне обслуговування, виправлення несправностей та обмежений доступ до запчастин. Вони дозволяють клієнтам спланувати витрати на обслуговування та запобігти несподіваним витратам на ремонт.

Програми технічної підтримки: Ці програми надають клієнтам доступ до технічних експертів, які можуть надати консультації з питань експлуатації, діагностики та ремонту техніки. Вони допомагають операторам вирішувати проблеми швидко та ефективно. [5-6].

Висновок. Проведено аналіз стратегії та підходів до планування обслуговування, в тому числі використання програмного забезпечення та телематики для моніторингу та діагностики стану обладнання на відстані. Також дослідження впливу регулярного обслуговування на тривалість служби техніки та її загальну продуктивність. Сервіс компанії John Deere виконується за вимогою користувача і полягає у наданні послуг щодо придбання машин, знарядь, приладів безпосередньо силами виробника та посередників – технічних центрів.

Технічний сервіс як підсистема включає в себе багато, структурних елементів: підприємства з технічного обслуговування і ремонту машин і обладнання, виробництва по відновленню деталей, служби забезпечення запасними частинами і матеріалами, інформаційна і рекламна служби, організація з підготовки кадрів тощо. Ефективне функціонування такої підсистеми забезпечує можливість безперебійної і економічної експлуатації сільськогосподарської техніки і обладнання. [7-8].

Таким чином, виробництво – технічний сервіс – користувач по-винні розглядатись взаємопов'язана, як єдина система, в якій збій однієї з підсистем призводить до розрегулювання всієї системи. Така система з добре налагодженим зворотним зв'язком сприяє науково-технічному прогресу у всіх трьох підсистемах.

Взагалі іноземні фірми приділяють технічному обслуговуванню і ремонту раніше випущених машин не менше уваги, ніж виробництву нових. Про це

свідчать швидкі темпи виготовлення засобів обслуговування і ремонту. У технологічних процесах ремонту агрегатів і машин, а також відновлення деталей закладаються такі рішення, які забезпечують високу якість і надійність відремонтованої техніки, а ресурс відновлених деталей – не нижче нових.

Сервісне обслуговування компанії John Deere вражає своєю комплексністю, ефективністю та відповідальністю перед клієнтами. Компанія не лише забезпечує стандартні гарантійні умови на свою техніку, але й пропонує широкий спектр додаткових сервісів, таких як сервісні контракти, програми технічної підтримки та навчальні ініціативи. Ці послуги спрямовані на підвищення продуктивності, зниження витрат та забезпечення надійності техніки John Deere.

Список використаної літератури

1. Будяк Р.В., Посвятенко Е.К., Швець Л.В., Жученко Г.А. Конструкційні матеріали і технології. Навчальний посібник. Вінницький національний аграрний університет, 2020. 240 с.

2. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник К. : Агроосвіта, 2014. 665 с.

3. Супрун Д.Г., Гунько І.В., Паладійчук Ю.Б., Швець Л.В. Технічний сервіс в АПК. Навчальний посібник для курсового та дипломного проектування. Вінниця, ВНАУ, 2012. 197с.

4. Швець Л.В. Розробка пристрою для очищення та відновлення мастила. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. ВНАУ. 2018. № 4 (103). С. 60-67.

5. Швець Л.В. Технічний сервіс в АПК. Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи студентів денної та заочної форм навчання. Рівень вищої освіти перший (бакалаврський), галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство, спеціальність 208 Агроінженерія, освітньо-професійна програма Агроінженерія. ВНАУ. протокол № 3 від 21.09.2022 року. 73 с.

6. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б. Технічний сервіс в АПК. Методичні вказівки і завдання до виконання практичних занять для студентів Першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство, спеціальності 208 Агроінженерія, освітньо-професійна програма Агроінженерія. ВНАУ. Протокол № 3 від 21.09.2022 року. 156 с.

7. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК. Том I. Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2019. 647с.

8. Ялпачик В.Ф. Ломейко О.П., Циб В.Г. та ін. Монтаж, експлуатація і ремонт машин та обладнання переробних підприємств: Навчальний посібник. Мелітополь, 2014. 235 с.

Василь КОГУТ¹⁹,
Студент 1 курсу магістратури,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ МАШИН ДЛЯ ЗАХИСТУ ҐРУНТУ ВІД ВІТРОВОЇ ТА ВОДЯНОЇ ЕРОЗІЇ

***Анотація.** У статті приведений аналіз машин для захисту ґрунту від ерозії, яка спричиняє руйнування та зношування ґрунтів під впливом вітру, потоків води, механічних дій сільськогосподарських машин для Лісостепової зони. Вітрова ерозія виникає при взаємодії повітряного потоку з відкритою поверхнею ґрунту, внаслідок чого її частинки приходять в рух. Досліджено, що для захисту орних земель від вітрової ерозії застосовують комплекс протиерозійних агротехнічних заходів, що включає систему безвідвальної обробки ґрунту із збереженням стерні та пожнивних залишків на поверхні полів, ґрунтозахисні сівозміни.*

***Ключові слова:** ґрунт, ерозія, захист, повітря, вода, потік, агротехнічні заходи.*

***Annotation.** The article provides an analysis of machines for soil protection against erosion, which causes destruction and wear of soils under the influence of wind, water flows, mechanical actions of agricultural machines for the Forest-Steppe zone. Wind erosion occurs when the air flow interacts with the open surface of the soil, causing its particles to move. It has been studied that to protect arable land from wind erosion, a complex of anti-erosion agrotechnical measures is used, which includes a system of no-till soil treatment with the preservation of stubble and harvest residues on the surface of the fields, soil-protective crop rotations.*

***Key words:** soil, erosion, air, wind flow, agrotechnical measures.*

***Вступ.** При вирощуванні сільськогосподарських культур на ґрунтах, які підлягають дії вітрової та водяної ерозії найбільш перспективною технологією є технологія обробку ґрунту із використанням машин для його захисту.*

Одним з важливих напрямків вдосконалення технології захисту ґрунту є використання універсальних, комбінованих машин. Ерозія ґрунту шкідливий процес, який несе негативний наслідок на урожайність і подальше руйнування, зношування та на родючість вцілому. Це процес руйнування та зношування ґрунтів під впливом вітру, потоків води, механічних дій сільськогосподарських машин [1-3].

Вітрова ерозія виникає при взаємодії повітряного потоку з відкритою поверхнею ґрунту, внаслідок чого її частинки приходять в рух. Рухомі частинки

¹⁹Науковий керівник: Труханська О.О. к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

руйнують ґрунтові агрегати і залучають продукти руйнування до повітряного потоку, який часто переносить їх на великі відстані.

На сьогодні, при посіві зернових на площі біля 17 мільйонів гектарів, щорічно виробляється лише по 0.9...1 тонні зерна на 1 душу населення, подальше збільшення виробництва зерна можливе за рахунок підвищення урожайності на основі широкого впровадження інтенсивних технологій вирощування і збирання культур. Суть полягає в оптимізації умов вирощування сільськогосподарських культур на всіх етапах їх росту і розвитку [1].

Метою роботи є проведення аналізу та дослідження методів захисту ґрунтів від ерозії за допомогою машинних агрегатів.

Виклад основного матеріалу: Для захисту орних земель від вітрової ерозії застосовують комплекс протиерозійних агротехнічних заходів, що включає систему безвідвальної обробки ґрунту із збереженням стерні та поживних залишків на поверхні полів, ґрунтозахисні сівозміни. Крім того, скорочують число проходів сільськогосподарських машин по полях [3-6].

Використовуються сільськогосподарські машини: навісні культиватори - плоскорізи - глибокозрихлювачі КПГ-250А, ПГ-300 та КПГ-2,2 (рис.1); культиватори КПЕ – 3,8А з штанговим пристосуванням (рис. 2). та інші машини для захисту від вітрової та водяної ерозії ґрунтів.

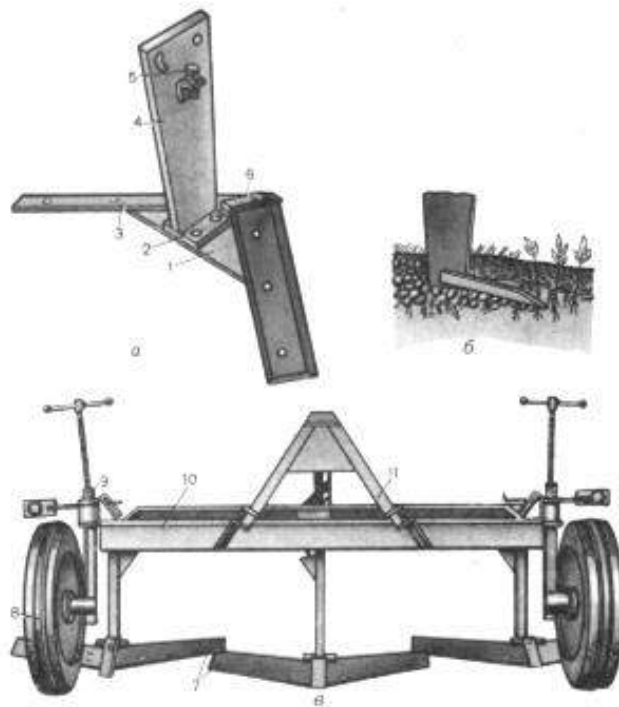


Рисунок 1. – Плоскоріз – глибокозрихлювач ПГ-3-100

Для боротьби з ерозією проводиться ряд заходів: подрібнення ґрунту, створення на його поверхні захисного шару від вітрів та потоків води у вигляді мульчованої частково подрібненої стерні попередньої культури. Необхідно застосувати комбінацію агрегатів для виконання такого технологічного процесу. Пропонується машина для передпосівної обробки ґрунту під посів стерневими

сівалками типу СЗС – 6, яка відноситься до класу комбінованих ґрунтообробних агрегатів.

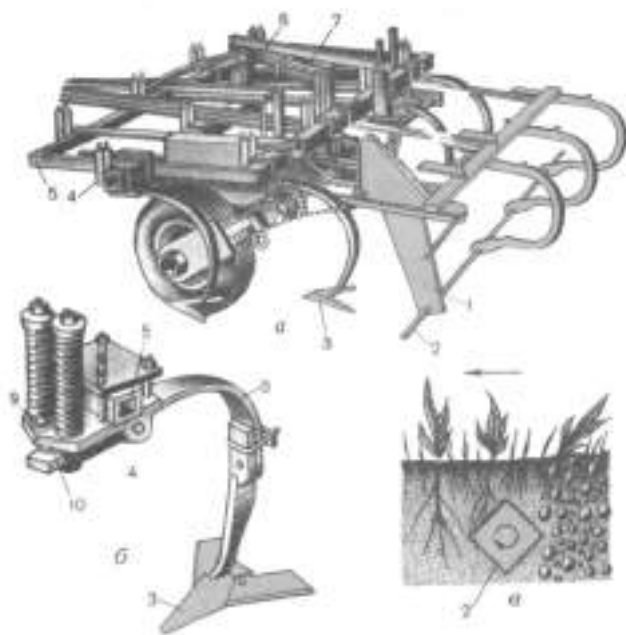


Рис 2. – Культиватор КПЕ – 3,8А з штанговим пристосуванням

Машина, призначена для захисту ґрунту від вітрової та водяної ерозії ґрунту, наведена на (рис. 3). Машина складається із основної рами 4, до якої кріпиться на шарнірі рама рухома 5, до основної рами навішані опорні колеса 3 та прикріплений причіпний пристрій, яким машина з'єднується із енергоносієм (трактором).

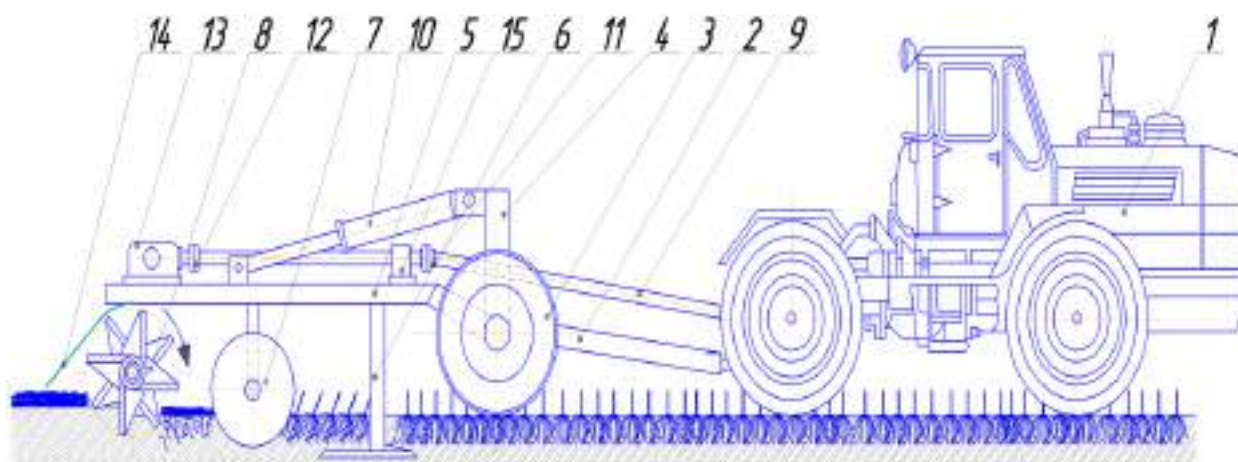


Рис 3. – Машина для захисту ґрунту від ерозії: 1 – трактор; 2 – причіпний пристрій; 3 – опорне колесо; 4 – рама основна; 5 – рама рухома; 6 – плоскорізна лапа; 7 – диск в складі; 8 – пристрій для мульчування ґрунту; 9 – карданна передача; 10 – гідроциліндр; 11 – муфта запобіжна; 12 – муфта з'єднувальна; 13 – редуктор; 14 – щиток відбивний; 15 – опора підшипникова, проміжна.

На рухомій рамі 4 кріпляться робочі органи машини – плоскорізальні лапи 6, диски 7, які виконують функції дискової борони або дискового луцильника та пристрій для мульчування ґрунту 8. даний пристрій приводиться в роботу

редуктором 13, який отримує крутний момент від ВВП трактора через карданну передачу 9, яка підтримується опорою підшипниковою 15, до карданного вада кріпляться запобіжна 11 та з'єднувальна 12 муфти. Для переведення машини в робоче положення і навпаки на рухомі 5 та основній 4 рамах приєднаний гідроциліндр 10.

Пристрій для мульчування ґрунту приводиться в роботу від ВВП трактора через карданну передачу на редуктор.

Редуктор конічний 16 розміщений в лівій стороні пристрою для вирівнювання ваги пристрою, так – як з правого боку кріпиться бортовий циліндричний редуктор 18, який отримує крутний момент від конічного редуктора через запобіжну муфту 17 та передає на мульчуючий пристрій 8.

Висновки. При вирощуванні сільськогосподарських культур на ґрунтах, які підлягають дії вітрової та водяної ерозії найбільш перспективною технологією є технологія обробки ґрунту із використанням машин для його захисту. Одним з важливих напрямків вдосконалення технології захисту ґрунту є використання універсальних, комбінованих машин. Запропонована конструкція машини для захисту ґрунту від вітрової та водяної ерозії ґрунту дасть змогу зменшити кількість агрегатів перед посівним обробітком та підвищити якість захищення ґрунтів.

Список використаної літератури

1. Ґрунти України: властивості, генезис, менеджмент родючості. Навчальний посібник. За ред. В.І. Купчика. - К.: Кондор, 2010. 414 с.
2. Калетнік Г.М Використання сучасних методів механіки для сільського господарства // Г.М. Калетнік, О.М Черниш, М.Г Березовий / Збірник наукових праць ВНАУ. В.: Вінниця, 2011.Т1 (65). С.8-18.
3. Гуцол О. П., Ковбаса В. П. Обґрунтування параметрів і режимів руху ґрунтообробних машин: Монографія. Київ, 2016. 145 с.
4. Серета Л.П., Швець Л.В., Швець О.І. Розробка культиватора для нових технологій обробітку ґрунту. Всеукраїнський науково–технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК». Вінниця, 2020. №3(110). С.117-125с.
5. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві. Наукова монографія / Національний аграрний університет. під ред. Н.К. Шикולי. Київ. ПФ «Оранта», 2018. 680 с.
6. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. К.: Урожай, 1994. 448 с.

Ігор ШКВАРИЛО²⁰,
Студент 1-го курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВИКОРИСТАННЯ БПЛА ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ВОЛОГОСТІ ҐРУНТУ ТА СТАНУ РОСЛИН

***Анотація.** Використання безпілотних літальних апаратів для моніторингу вологості ґрунту та стану рослин стають дуже цінним інструментом для збору даних у різних контекстах. Їх використання в сільському господарстві є особливо доцільне, оскільки площі орних земель часто є дуже великими. Найчастіше агрономи не встигають оглянути всі площі, що означає ризик для полів чи урожаю. Використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для моніторингу та оцінки посівів, садів і лісів стабільно зростає протягом останнього десятиліття, особливо для визначення рівня вологості, виявлення хвороб, шкідників та різних недоліків при посіві. У статті представлено основні прогресивні напрямки цієї сфери. Стаття зосереджується на стратегіях, які використовувалися для вивчення інформації, що міститься в зображеннях, зроблених у польот та надає критичний огляд основних досягнень галузі.*

***Ключові слова:** дрон, моніторинг, аналіз, вологість, урожай продуктивність.*

***Annotation.** Using UAVs to monitor soil moisture and plant health is becoming a very valuable tool for data collection in a variety of contexts. Their use in agriculture is especially appropriate, since the areas of arable land are often very large. Most often, agronomists do not have time to inspect all the areas, which means a risk to the fields or the harvest. The use of UAVs to monitor and assess crops, orchards and forests has been steadily increasing over the last decade, especially for determining moisture levels, detecting diseases, pests and various crop deficiencies. This article presents the main advances in this field. This article focuses on the strategies that have been used to explore the information contained in aerial imagery and provides a critical review of the major advances in the field.*

***Keywords:** drone, monitoring, analysis, humidity, crop productivity.*

***Вступ.** Безпілотні літальні апарати (БПЛА) і дрони часто застосовуються в сільському господарстві, особливо в точному землеробстві, проте останніми роками спостерігається стрімке зростання їхнього застосування. Таким чином, БПЛА швидко стає цінним інструментом підтримки прийняття рішень для фермерів і дослідників, які займаються проблемами у сільському господарстві [1].*

²⁰Науковий керівник: Труханська О.О. к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

Хоча існують інші витрати, пов'язані з експлуатацією БПЛА, включаючи обслуговування, страхування, навчання, програмне забезпечення для обробки зображень і навігаційне програмне забезпечення. Поки норми все ще надмірно суворі в деяких країнах, вони повільно змінюються в напрямку кращого балансу між безпекою та зручністю використання. Це особливо зручно для малонаселених районів, тому безпека та конфіденційність стає меншою проблемою, ніж у випадку густонаселених районів. Також багато полів є дуже великі, що ускладнює своєчасне виявлення проблем лише за допомогою наземної розвідки. Оскільки БПЛА здатні охоплювати великі території набагато швидше, ніж люди на землі, вони можуть бути чудовими інструментами розвідки, особливо якщо використовується в поєднанні з іншими датчиками на землі. Також датчики зображення зазнали значного розвитку за останнє десятиліття. В результаті зображення з роздільною здатністю набагато вищою, ніж ті, що пропонуються супутниками, можна отримати навіть за допомогою БПЛА, що летить на великих висотах [2].

У свою чергу, це дає можливість виявити проблеми до того, як вони стануть поширеними. БПЛА стали набагато простішими в експлуатації, оскільки льотні місії можуть бути повністю автоматизовані за допомогою офлайн-планування польотів. Нарешті, інструменти обробки зображень та машинного навчання еволюціонували до точки, коли візуальні сигнали, що містяться в зображенні, можуть бути успішно витягнуті та перетворені на корисну інформацію для управління фермою [3]. Серед цих інструментів глибоке навчання, мабуть, є найбільшим впливовим. Цей вид техніки моделює абстракції даних високого рівня, використовуючи глибокий графік з кількома шарами обробки, що містять лінійні та нелінійні перетворення, маючи потенціал для досягнення хороших результатів без явного врахування багатьох факторів, які впливають на класифікацію, що особливо цінне у випадку зображень дистанційного зондування.

Виклад основного матеріалу. Сільськогосподарські угіддя - це грунт і вирощені на ньому культури. І те, і інше потребує постійного моніторингу та догляду. Раніше такі завдання виконувала лише наземна розвідка. Сьогодні стрімкий розвиток технологій дозволив використовувати інші альтернативи. Яскравий приклад – Безпілотні літальні апарати. Цей пристрій використовується великими аграрними компаніями для моніторингу полів, посівів та різних видів сільськогосподарських культур [1, 3].

Невеликі квадрокоптери дозволяють проводити детальний аналіз ґрунту та стану посівів. Отримана інформація дозволяє приймати конкретні рішення щодо посівів та полів (раніше такі рішення приймалися лише на основі здогадок). Завдяки новітньому високотехнологічному обладнанню дані про посіви можна отримувати в режимі реального часу. І не тільки це. Такі важливі напрямки сільськогосподарських робіт, як обприскування, внесення добрив і полив для боротьби з хворобами та шкідниками, також знаходяться в межах можливостей агродронів.

Дрони можуть виконувати кілька завдань залежно від їхнього призначення. Функції дрона включають в себе наступне:

- Аерофотозйомка - дрони літають на невеликих висотах для оцінки стану посівів, допомагаючи агрономам виявляти загибель посівів, комах і грибки;
- Відеозйомка - для детального аналізу та моніторингу полів. Ця функція дозволяє оцінити якість врожаю та стан ґрунту;
- 3D-моделювання – використовується для зрошення ділянки і дозволяє виявити ділянки з недостатнім або надмірним зволоженням;
- Інфрачервона телевізійна зйомка - допомагає стежити за рослинами від посадки до збору врожаю;
- Лазерне сканування - використовується для ретельного обстеження місцевості (зображення рельєфу є точними та якісними).

Сільськогосподарські дрони можуть використовуватися для вимірювання площі поля з високим ступенем точності (фермери сплачують земельний податок на основі цих зображень, які називаються ортофотопланами). Це обладнання також можна використовувати для отримання детальних карт рельєфу (польові топографічні карти) [4].

Сьогодні дрони використовуються переважно для моніторингу. Це означає спостереження за станом рослин на різних стадіях розвитку. Сюди входить оцінка росту бур'янів, зараження хворобами та шкідниками, визначення доступності поживних речовин і води для рослин. Це також включає спостереження за станом ґрунту. Сюди можна віднести використання високоточних даних обстеження для створення ґрунтових карт, оцінку неоднорідності ґрунтового покриву з точки зору вмісту гумусу і забезпеченості поживними речовинами, моніторинг процесів деградації ґрунтів і загальний моніторинг будь-яких процесів, що відбуваються на досліджуваній території.

Обстеження полів, візуальні та NDVI карти (дозволяє оцінити інтенсивність вегетації рослини), карти внесення добрив і ЗЗР, безпосередньо внесення добрив і засобів захисту рослин та трихограми - все це, і багато іншого, сьогодні можна робити за допомогою дронів. Наприклад, якщо агроном у полі втомився вимірювати поля, він може зробити це за допомогою дрону. Словом, у дрона багато функцій, а з кожним днем їх стає все більше. Наприклад, у Нідерландах маленькі дрони вже полюють на шкідників і знищують їх власними пропелерами. Вони також розпізнають корисних комах, таких як медоносні бджоли, сонечка і джмелі, і залишають їх недоторканими. У Бельгії також були розроблені спеціальні дрони для підрахунку фруктів і ягід у садах і на плантаціях. Вони допомагають сільськогосподарським виробникам більш точно прогнозувати врожаї. Ізраїль не відстає, розробивши автономного літаючого робота, який може збирати фрукти в садах вдень і вночі без втручання людини [3-5].

Агродрони надають значну допомогу агрономам. Без дронів агроному доводиться щодня виїжджати на поле, щоб оглянути посіви. За молодими

сходами завжди можна прослідкувати вглиб поля. Але якщо культура зріла, так легко проглянути її буде важко. Рослини можуть вирости до двох метрів у висоту або навіть більше. Це значно ускладнює аналіз врожаю. Важко отримати повну картину поля, якщо дивитися на нього знизу. А брак інформації означає потенційні втрати. Вони мають найдетальнішу інформацію про поле і можуть оптимізувати витрати насіння, засобів захисту рослин, води, палива та робочої сили. Вони також можуть швидко виправляти помилки, наприклад, просівів. Використання дронів стає все більш популярним методом моніторингу вологості ґрунту. Ці технології надають детальну інформацію про широкий спектр ґрунтових умов за короткий час, що дуже допомагає фермерам. Дрони можуть допомогти визначити ділянки, які потребують поливу, а також завдяки точному зрошенню, фермери можуть економити воду. Можна знизити ризик ерозії ґрунту бо перезволоження ґрунту може призвести до ерозії. Можуть підвищити рівень врожайності, бо буде створювати оптимальний рівень вологості ґрунту.

Дрони можуть оснащуватися різними датчиками для вимірювання вологості ґрунту. Найпоширеніші датчики: датчики ємнісного типу – це датчики які здатні вимірювати діелектричну проникність ґрунту, датчики тензіометричного типу – це датчики які вимірюють вологість.

Преваги використання БПЛА для моніторингу вологості ґрунту:

- здатні отримувати детальну інформацію про вологість ґрунту;
- швидко обстежують поля;
- використання дронів економніше;
- не важкі в керуванні.

Також дрони застосовують для внесення добрив таких як РКД, КАС, ЗЗР. За допомогою сканування дрона з сенсором Parrot Sequoia. Два датчики, мультиспектральний датчик і датчик освітленості, фіксують кількість світла, поглиненого і відбитого рослинами до і після поливу, що дозволяє аналізувати життєздатність рослин. На підставі отриманих даних розраховується оптимальна концентрація добрив, що дозволяє збалансовано обробляти поля, а також економить витрати. Часто це робиться поступово, а не все одразу, так, ніби сніданок, обід і вечеря подаються в одній тарілці. Потреба в добривах залежить від стану ґрунту та швидкості росту культури на полях. Важко оцінити стан ґрунту за допомогою наземних транспортних засобів, коли вегетаційний період вже розпочався.



Рис 1. – Сканування поля за допомогою БПЛА з сенсором Parrot Sequoia [3]

Існує два основних типи конструкцій квадрокоптерів: дрони та літаки. Перший тип дронів використовується, коли потрібне лише одне точкове обстеження, і такі пристрої мають лише кілька лопатей. Дрони з декількома лопатями можна використовувати для моніторингу невеликих полів, моделювання та обприскування невеликих ділянок поля. Однак такі пристрої мають і недоліки. Дрони можуть працювати лише певний час, мають низьку швидкість і невеликий радіус дії, що робить такі агрокоптери більш придатними для роботи на обмежених територіях [5].

Таблиця 1

Огляд агродронів українського виробництва

Назва	ІТЕС SKIF	MEGADRONE SKYHUNTER MD-1	MATRIX UAV КАТАНА-АГРО
Призначення	Моніторинг стану посівів Створення ортофотоплану Обмір полів	Моніторинг стану посівів Створення ортофотоплану Обмір полів Внесення трихограм	Моніторинг стану посівів Створення ортофотоплану Обмір полів
Час польоту, хв	120	120	80
Покриття, га/виліт	1500	600-1200	700-1000
Вага, кг	3,6	3,3	2,6
Корисне навантаження, кг	0	0,5	0,3
Камера	Вбудована, 20 Мр	Canon s110, 13 Мр	Вбудована, 17 Мр
Тип запуску	Катапульта	Ручний	Ручний
Тип посадки	Парашут	На фюзеляж	На фюзеляж
Тип двигуна	Електричний	Електричний, 2 шт	Електричний
Макс. висота польоту, м	400	500	600
Макс. дальність польоту, м	50	35	40
Макс. швидкість польоту, км/год	70	90	70

За типом джерела живлення дрони можуть бути електричними або бензиновими. Перший варіант більш функціональний, але вимагає постійної підзарядки дрона. Для забезпечення безперебійної роботи квадрокоптера бажано купувати відразу кілька акумуляторів: поки один заряджається, інший використовується пристроєм. Бензинові варіанти відрізняються тривалим часом роботи і стійкістю до поривів вітру завдяки великій вазі. Однак такі пристрої мають і деякі недоліки. Вони можуть зламатися або згоріти, якщо впадуть на землю. Ще один тип безпілотного апарату - мультикоптер, який використовує генератор-безпілотник з максимальною потужністю 2000 Вт. Такі пристрої оснащені потужним двигуном внутрішнього згорання, що дозволяє генератору мати вихідну швидкість до 48 В. Такі пристрої також можуть використовувати

акумулятор як резервне джерело живлення, якщо запасні батареї або паливо недоступні. Дрон-генератори мають ще одну перевагу. Вони мають низький рівень шуму - 80 дБ (з глушником - до 60 дБ) [6].

Висновок. Незважаючи на те, що поки не всі фермери поспішають використовувати високотехнологічне обладнання (його все ще використовують лише великі аграрні компанії), майбутнє БПЛА буде зрозуміле і передбачуване. Тенденція до використання новітніх технологій для моніторингу посівів і ґрунту буде продовжуватися, охоплюючи все більше територій, секторів і сфер застосування. І вже через кілька років така техніка буде використовуватися більшістю фермерів. Дрони візьмуть на себе велику роль інспекції, аналізу, обприскування та внесення добрив і хімікатів у більшості сільськогосподарських секторів.

Список використаної літератури

1. Моніторинг стану поля за допомогою БПЛА і супутників: веб-сайт. URL: <https://kas32.com/ua/post/view/184> (дата звернення 28.03.2024).
2. Можливості застосування БПЛА в рослинництві: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/articles/580-mojlivosti-zastosuvannya-bpla-v-roslinnitstvi-de-agronomu-znadoblyatsya-droni> (дата звернення 28.03.2024).
3. Холодюк О. В. Глобальні навігаційні супутникові системи та їх роль у технологіях точного землеробства. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. Вінниця, 2020. № 2 (109). С. 71-87.
4. Моніторинг вологості ґрунту за допомогою Aquaspy: веб-сайт. URL: (дата звернення 28.03.2024).
5. Використання агродронів в сільському господарстві: веб-сайт. URL: <https://storgom.ua/ua/novosti/ispolzovanie-agrodronov-v-selskom-hozyajstve.html> (дата звернення 28.03.2024).
6. A review on the use of unmanned aerial vehicles and imaging sensors for monitoring and assessing plant stresses: веб-сайт. URL: https://www.researchgate.net/publication/332566957_A_Review_on_the_Use_of_Unmanned_Aerial_Vehicles_and_Imaging_Sensors_for_Monitoring_and_Assessing_Plant_Stresses (дата звернення 28.03.2024).

Владислав ТРИМАЛЮК²¹,
Студент 1-го курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН ЗА ДОПОМОГОЮ ВИКОРИСТАННЯ АГРОДРОНІВ

***Анотація.** У статті розглянуто роль агродронів у сільському господарстві, їх можливості та переваги. Досліджено, як вони допомагають у зборі даних, моніторингу врожаю, розпиленні добрив та захисті рослин, розглянуто вплив агродронів на підвищення продуктивності та якості виробництва в сільському господарстві. Агродрони є потужним інструментом для оцінки стану посівів. Дрони дозволяють фермерам побачити, наскільки здорові їх рослини, де їм може знадобитися вода або поживні речовини, а також відстежувати локалізацію шкідників, перш ніж їх поширення вийде із-під контролю.*

***Ключові слова:** Агродрон, сільське господарство, оптимізація, урожай, ефективність, геолокація, моніторинг, підживлення рослин, екологічно чисте вирощування.*

***Annotation.** The role of agricultural drones in agriculture, their possibilities and advantages is considered in the article. It has been studied how they help in data collection, crop monitoring, fertilizer spraying and plant protection, and the impact of agrodrones on increasing productivity and quality of production in agriculture has been analyzed. Agrodrones are a powerful tool for assessing the condition of crops. Drones allow farmers to see how healthy their plants are, where they may need water or nutrients, and track the location of pests before they get out of control.*

***Keywords:** Agrodron, agriculture, optimization, harvest, efficiency, geolocation, monitoring, plant feeding, environmentally friendly cultivation.*

Вступ. Сучасне сільське господарство постійно шукає нові технології та інновації для підвищення ефективності виробництва та забезпечення високої якості продукції. Однією з таких інновацій є використання агродронів - безпілотних літальних апаратів, які змінюють уявлення про сільське господарство [1].

Використання агродронів є актуальним у сучасному сільському господарстві, оскільки вони впроваджуються для оптимізації процесів вирощування рослин та підвищення врожайності [2].

Метою дослідження є: проаналізувати потенціал та переваги використання агродронів у сільському господарстві, дослідити їхні можливості для оптимізації процесів вирощування рослин та зменшення витрат й підвищення врожайності.

²¹Науковий керівник: Труханська О.О., кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

Виклад основного матеріалу. За останні роки різко зросло використання дронів у сільському господарстві, справжнім бумом агродронів в Україні був 2021 р, що було спричинено погодними умовами. Найпопулярніший напрям використання дронів в Україні є обприскування полів (внесення засобів захисту рослин, добрив, регуляторів росту, трихограм). Однак, сфери застосування безпілотників в аграрному секторі різноманітна та включає: проведення аналізу та збір інформації про стан полів і культури, посадку насіння та обприскування, полив та моніторинг поля.

Дрони допомагають фермерам заощаджувати гроші, дозволяючи їм швидко визначати проблеми, які можна було упустити без використання дрона, а обприскування агродронами значно знижує собівартість обробітку [3].

Основними перевагами при обробітку полів агродронами є:

- Економія ресурсів та часу (економія на транспортних витратах і обсягах води);
- Можливість запускати дрон для обробки полів у важкодоступних місцях, а також більш оперативна обробка садів та виноградників;
- Можливість працювати в нічний час;
- Проведення обробки після дощу;
- Високоточне внесення розчину, розпилення засобу в безпосередній близькості до рослини;
- Уникнення пошкоджень рослин;
- Мобільність;
- Зменшення впливу ЗЗР на людей;
- Обприскування високих культур;
- Екологічність (при мінімальній витраті води агрохімія не проникає в ґрунт, що оберігає його та ґрунтові води);
- Легкість використання.



Рис 1. – Приклад роботи оприскувального дрона [4]

Найвідоміші агродрони: DJI Phantom 4 Multispectral, DJI Agras T20, YAMAHA RMAX, SENTERA PHOENIX. Ці марки відомі своєю надійністю, ефективністю у вирощуванні рослин та оптимізації сільського господарства [3].

DJI Phantom 4 Multispectral – ідеальний варіант для точної оцінки вегетаційного індексу і стану рослин [3].

Оснащений мультиспектральною камерою з 6 датчиками, DJI Phantom 4 Multispectral застосовуються у точному землеробстві для апаратної оцінки якості посівів та визначення координат проблемних ділянок для проведення додаткових робіт». (рис.2)



Рис 2. – Агродрон DJI Agras T20 [4]

Дрон DJI Agras T20 призначений для внесення ЗЗР, мікродобрив та десикантів. DJI Agras T20 піднімає в повітря до 20 літрів розчину, радіус обприскування – до 7 метрів. Це дозволяє обробляти більшу площу (до 3 га) за один виліт, а погодинна продуктивність 12 га.

DJI Agras T20 надійний і простий в експлуатації. Ця модель БПЛА легко складається, що дає змогу зручно перевозити Agras T20 до місця робіт. Основний модуль виконаний за стандартом IP67. Вузли мультикоптера міцні, довговічні, пилонепроникні та водостійкі, вони не бояться корозії.

Апарат може працювати в умовах складного рельєфу місцевості або різноманітних посадок. Попередньо створена з деталізацією до 1 сантиметра тривимірна карта дозволяє оптимізувати роботу [3].

Компанія Yamaha відома в таких галузях, як автомобілебудування, виробництво музичних інструментів, промислових роботів, спортивного обладнання та інших [5]. У 1997 році, коли безпілотні літальні апарати були складною наукою для неспеціалістів, компанія Yamaha увійшла в цю сферу. За останні два десятиліття вертольоти Yamaha довели свою надійність і високу продуктивність у сфері точного землеробства. Станом на 2014 рік у світі працювало 2600 вертольотів Yamaha, які щороку обробляли 2,4 мільйона акрів сільськогосподарських угідь лише в Японії.

Yamaha R-MAX - це універсальний безпілотний вертоліт, розроблений компанією Yamaha Motor Company у 1990-х роках, призначений для трансформації сільськогосподарської галузі та інших секторів. Цей дистанційно керований бензиновий літальний апарат має дволопатеви гвинт і працює в

межах прямої видимості для точного обприскування посівів, аерофотозйомки, розвідки, реагування на стихійні лиха та розвитку технологій.

Безпілотний вертоліт Yamaha R-MAX - це прорив у точному землеробстві та універсальний інструмент для різних застосувань, що встановлює стандарт ефективності та адаптивності безпілотних авіаційних систем [5].



Рис 3. – Приклад керування безпілотником у польових умовах

Важливою метою розвитку технологій сільського господарства є скорочення використання пестицидів та підвищення їх ефективності. Основні переваги внесення пестицидів безпіотною сільськогосподарською авіацією – висока точність, уникнення пошкодження с.-г. культур чи ґрунтів колесами трактора, зменшення витрат господарства на захист рослин [6].

Особливо високу ефективність застосування малооб'ємних обприскувачів на базі БПЛА має в роботі над ділянками з підвищеними рівнями заселення шкідниками чи бур'янами в межах великого поля, культурами, вирощеними на невеликих полях або в складних географічних місцевостях, які важкодоступні для наземних засобів застосування ЗЗР.

Висновок. За допомогою агродронів можна проводити зйомку з висоти, виявляти проблемні ділянки, внести добрива та захистити рослини від шкідників.

Використання безпілотних літальних апаратів у сільському господарстві дозволяє підвищити ефективність вирощування рослин, зменшити витрати на робочу силу та ресурси.

Список використаної літератури

1. Система точного землеробства / Л.В. Аніскевич, Д.Г. Войтюк, Ф.М. Захарін, С.О. Пономаренко. К.: НУБіП України, 2018. 566 с.

2. Система точного землеробства: Навч. посібник / Л.В. Аніскевич, М.О. Свірень, М.М. Коваленко та ін. Кропивницький: Лисенко В.Ф. 2016. 104 с.

3. Агродрони. Переваги для аграрія: вебсайт. URL:<https://agrosfera.ua/ua/> (дата звернення 25.03.2024).

4. Використання агродронів в сільському господарстві: все, що потрібно знати: вебсайт. URL:<https://storgom.ua/ua/> (дата звернення 25.03.2024).

5. АГРОДРОНИ: плюси і мінуси використання БПЛА для захисту рослин. Погляд з Європи: вебсайт. URL:<https://www.summit-agro.com.ua/> (дата звернення 25.03.2024). 4. Агродрони в Україні. Ріст ринку та універсальність у використанні: вебсайт. URL: <https://agroportal.ua> (дата звернення 25.03.2024).

6. Агродрони: революційний перелом у сільському господарстві: веб-сайт. URL: <https://drontech.com.ua> (дата звернення 25.03.2024).

Віталій КОЛІСНИК²²,

Студент 4 курсу,

Факультет технології виробництва

і переробки продукції тваринництва та ветеринарії,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ ЛОКАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ З РОЗОСЕРЕДЖЕНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ

***Анотація.** В роботі показано, що в розподільних електричних мережах з розосередженим генеруванням, секціонованих у відповідності до вимог надійності, можливо і доцільно побудувати систему керування потоками потужності для зменшення втрат електроенергії під час її транспортування. Для цього доцільно залучати керовані відновлювані джерела електроенергії. В першу чергу це малі ГЕС, а також сонячні електростанції з груповим інвертором і накопичувачем електроенергії. Розроблено метод оптимального керування потоками потужності в локальній електричній системі з різномісними відновлюваними джерелами. Продемонстровано, що такий підхід призводить до істотного зменшення втрат потужності при транспортування електричної енергії.*

***Ключові слова:** відновлювані джерела енергії, електрична енергія, потужність, втрати, розподілена генерація.*

***Annotation.** The paper shows that in distribution electric networks with decentralized generation, sectioned in accordance with reliability requirements, it is possible and expedient to build a power flow management system to reduce electricity*

²²Науковий керівник: Граняк В.Ф., доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

losses during its transportation. For this purpose, it is advisable to involve managed renewable sources of electricity. First of all, these are small hydropower plants, as well as solar power plants with a group inverter and electricity storage. A method of optimal control of power flows in a local electrical system with various types of renewable sources has been developed. It has been demonstrated that this approach leads to a significant reduction in power losses during the transportation of electrical energy.

Key words: *renewable energy sources, electric energy, power, losses, distributed generation.*

Вступ. Сучасні локальні електричні системи (ЛЕС) України є складовою частиною розподільних електричних мереж (РЕМ) енергопостачальних компаній (ЕПК). ЛЕС являється розподільною електричною мережею або її частиною, в якій в якості джерел енергії використовуються джерела розосередженого генерування, що використовують нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії. В даний час існує багато проектів ЛЕС по всьому світі, таких як, наприклад, ЛЕС Кіфнос в Греції, ЛЕС Аїті, Кіятанго і Хачінохе ЛЕС в Японії і т. п [1].

Ознакою ЛЕС є підключення до РЕМ розосереджених джерел електроенергії. Стрімке зростання тарифів на електричну енергію спонукає не лише представників середнього та малого бізнесу, а і населення України використовувати сонячні теплові колектори, фотоелектричні модулі, сонячні електричні станції, сонячні теплові електричні станції, малі, міні та мікро гідроелектростанції (ГЕС), когенераційні установки, вітрові електричні станції і т. п. Використання власних відновлювальних джерел енергії споживачами зменшує споживання вартісної електроенергії від центрів живлення.

З часом надлишок електроенергії такі споживачі мають змогу віддавати в РЕМ енергопостачальних компаній (ЕПК), перетворюючи їх в активні елементи ЛЕС. Існуючі в наш час тарифи на генеровану такими активними споживачами (АС) електроенергію, а також заходи з пільгового кредитування заохочують споживачів впроваджувати в себе ВДЕ. Так, наприклад, для приватних домогосподарств, які виробляють електричну енергію з допомогою сонячних панелей, змонтованих на дахах та (або) фасадах приватних домогосподарств, потужності яких не перевищують 30 кВт та які введені в експлуатацію з 1 січня по 31 грудня 2016 року, встановлений «зелений» тариф на електричну енергію становить 534,43 коп/кВт-год. Як свідчать дослідження Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України термін окупності, наприклад, СЕС потужністю 30 кВт за умови власного споживання 4000 кВт-год/рік становить близько 7 років [1, 2].

Результати досліджень. Дпровадження ВДЕ представниками різних форм власності покликано розвантажити РЕМ, підвищити їх ефективність, наприклад, наближуючи ВДЕ до споживачів та зменшуючи за рахунок цього втрати електричної енергії на транспортування. Підвищується надійність та покращується якість електропостачання, що підвищує соціальні стандарти

населення, яке мешкає в районі ЛЕС.

Однак, враховуючи залежність роботи ВДЕ від природних факторів, для споживачів не завжди достатню їх потужності. Тож бажаним, а інколи і необхідним, залишається комбіноване використання традиційних джерел живлення та ВДЕ. Реалізація перерахованих переваг РДЕ значною мірою залежить від РЕМ. Основною системою напруг в ЛЕС є система 110/35/10/0,4 кВ з підсистемами напруг 110/10/0,38 кВ і 35/10/0,38 кВ. Ефективність роботи ЛЕС значною мірою залежить від надійної роботи її елементів: від схеми РЕМ, від можливості резервування, від місць встановлення та оптимального використання комутаційних апаратів (секційних роз'єднувачів, вимикачів, реклоузерів), засобів автоматики, збору, фіксації та передачі інформації про параметри режиму ЛЕС та місце пошкодження в ЛЕС. Основна вимога до схеми ЛЕС – забезпечення максимально можливого резервування при мінімальній загальній довжині ліній та мінімальній кількості резервних зв'язків і обладнання [3].

У деяких ЕПК застосовують багатоступеневу систему трансформації 110/35/0,38 і 110/10/0,38 кВ. При такій трансформації на 30% знижується потреба в трансформаторній потужності, значно скорочуються втрати енергії і поліпшується якість напруги у споживачів. Подальше скорочення кількості трансформації пов'язується з переведенням мереж 35, 10 і 6 кВ на напругу 20 кВ з одночасною реконструкцією мережі 0,38 кВ шляхом впровадження розукрупнених підстанцій 20/0,38 кВ.

Одним з ефективних способів підвищення надійності роботи радіальних ліній 6–10 кВ ЛЕС є автоматичне резервування та секціонування. Резервування в РЕМ може здійснюватись шляхом використання резервних джерел живлення (в ЛЕС – це РДЕ), кільцевих схем (в ЛЕС не використовуються) та резервних ЛЕП. Секціонування ЛЕС полягає в поділі лінії на ділянки за допомогою комутаційних апаратів, які працюють автоматично. Пункти секціонування встановлюються як на магістралі (послідовне секціонування), так і на початку відгалужень (паралельне секціонування). Ефект від автоматичного секціонування отримується за рахунок того, що при короткому замиканні (КЗ) за пунктом секціонування зберігається живлення решти споживачів, приєднаних до цього пункту.

До радіальних, взаємно-резерованих ліній 10 кВ ЛЕС приєднують опорні трансформаторні підстанції 10/0,4 кВ (ОТП). ОТП являють собою ТП 10/0,4 кВ з розвиненим розподільним пристроєм 10 кВ, до якого приєднуються радіальні лінії 10 кВ. Розподільні пункти (РП) призначені для автоматичного секціонування і резервування ЛЕП, розміщення автоматики і телемеханіки. Лінійні роз'єднувачі 10 кВ встановлюються на магістралі повітряної лінії 10 кВ (ПЛ 10 кВ) для обмеження довжини ділянки лінії ЛЕС, включаючи відгалуження до 3,5 км; на відгалуженні від ПЛ 10 кВ, при його довжині понад 2,5 км [4, 5].

З метою зменшення наслідків масових відмов в ЛЕС, викликаних несприятливими природними умовами (ожеледдю, вітровими навантаженнями, підвищеною грозовою активністю і т. п.) електропостачання споживачів ЛЕС резервується автономними джерелами резервного електроживлення, наприклад,

малими, міні- або мікро-ГЕС.

Більшу частину споживачів ЛЕС України становлять споживачі, розташовані в сільській місцевості. Основними виробничими споживачами ЛЕС в сільській місцевості є тваринницькі ферми і комплекси, птахофабрики, зерноочисні пункти, льоно- і сіносушарки, млини, гаражі, котельні, підприємства по обслуговуванню сільського господарства та переробки сільськогосподарської продукції.

Велике значення має електроенергія в тваринництві, тваринницьких і птахівничих комплексах з виробництва молока, яловичини, свинини, м'яса птиці на промисловій основі. За рівнями електроспоживання та складності електрообладнання такі споживачі відповідають промисловим підприємствам. Наприклад, річне електроспоживання комплексу по відгодівлі великої рогатої худоби становить 6 млн кВт·год/рік, а птахофабрики – 3 млн кВт·год /рік. Адже не секрет, що на сьогоднішній день приріст сільськогосподарської продукції на 1% тягне за собою збільшення витрат енергоресурсів на 2–3%. Перерви в електропостачанні призводять до порушення технологічних процесів доїння та годування, що призводить до втрат продукції. Так, під час переходу на ручне доїння знижуються надії молока, зменшується його жирність.

На даний момент обладнання та стан експлуатації електричних мереж в цілому дозволяють працювати з нормованими показниками з якості електроенергії та з надійності електропостачання, навіть з урахуванням того, що обладнання мереж постійно старішає. Проте розподільні мережі 6–10 кВ практично не витримують суттєвих стихійних лих. Стихійні явища (сильні вітри, шквали, підвищена грозова активність) призводять до масових аварій. У таких випадках відключаються на тривалий час велика кількість споживачів незалежно від наявності мережевого резерву [6].

Відсутність мережевого резервування значної кількості сільськогосподарських електроприймачів (ЕП) компенсувалася в період планової економіки наявністю резервних джерел стаціонарних і пересувних вартісних та енерговитратних дизельних електроагрегатів, які були в наявності у сільськогосподарських споживачів. В наш час необхідним заходом із забезпечення ефективного функціонування агропромислового комплексу України, поряд з іншими заходами, є все ширше впровадження РДЕ, використання ВДЕ та оптимізація режимів ЛЕС.

Важливою складовою частиною ЛЕС, яка відрізняє їх від РЕМ, є наявність РДЕ, які в більшості випадків є ВДЕ. Все частіше в одній ЛЕС одночасно використовуються різноманітні РДЕ, які поділяються на керовані та умовно-керовані. Останні, маючи дешеві відновлювальні, але не стабільні джерела енергії (вітер, воду, сонце), потребують взаємного узгодженого, оптимального їх застосування з метою отримання максимального загальносистемного ефекту. Він складається, наприклад, з підвищення надійності електропостачання в ЛЕС, зменшення числового значення *SAIDI*, зменшення частки покупної електричної енергії у вартості продукції споживачів ЛЕС, підвищення ефективності роботи ЕПК за рахунок зменшення втрат електричної потужності і т. п.

Так, на кінець 2019 року частка відновлювальної енергетики у світовому енергобалансі становила майже 22,1%, (як показано на рис. 1, а). З кожним роком вона зростає, що пов'язано зі стрімким зростанням цін на викопне паливо. Також з кожним роком зростає і потужність фотоелектричних систем у світі, яка на кінець 2019 року становила 139 ГВт (рис.1, б) [4].

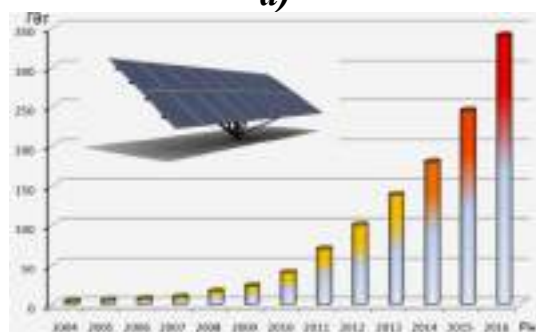
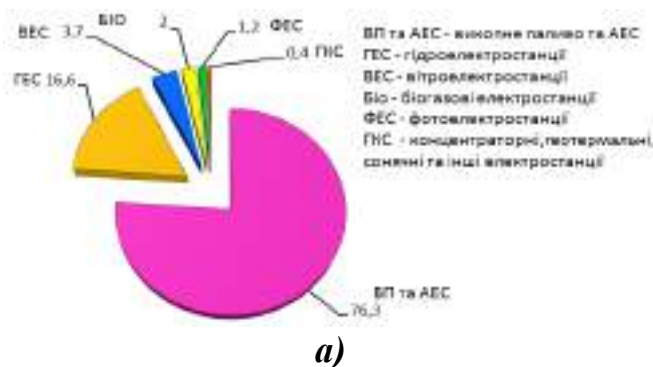


Рис. 1 Розвиток відновлювальної енергетики в світі: а) частка відновлювальної енергетики в світовому енергобалансі; б) встановлена потужність фотоелектричних систем в світі

Частка відновлювальної енергетики у встановленій потужності електроенергетики України поки що незначна, однак з кожним роком зростає (рис. 2) [4].

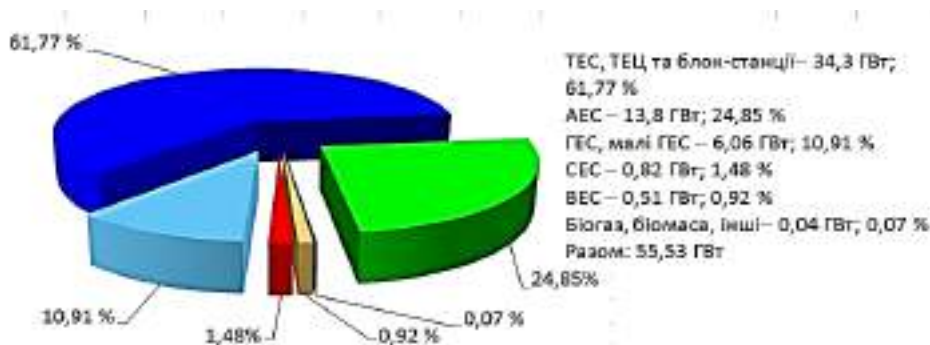


Рис. 2. Діаграма встановленої потужності електроенергетики України у 2020 році

Різними відновлювальними джерелами енергії України у 2019 році вироблено близько 1,75 млрд кВт·год електроенергії або 1% від загального виробництва електроенергії в Україні. Для порівняння частка відновлювальної

енергетики в загальному енергобалансі України в 2011 році становила лише 0,17 %. Станом на 1 січня 2019 року в Україні встановлена потужність об'єктів відновлюваної енергетики, яким встановлено «зелений» тариф, становила 1462,2 МВт, з яких у 2019 році було введено 280,6 МВт.

Останнім часом ЛЕС виконується з метою зменшення залежності від систем централізованого електропостачання як система гібридного покоління, яка складається з генераторів на дизельному пальному, вітрогенераторів, СЕС, ГЕС, паливних елементів електролізерів і т. п..

Для більш ефективного застосування різноманітних РДЕ в ЛЕС використовуються різні сучасні системи автоматичного керування (САК) увімкненням, вимкненням та потужністю РДЕ. Це дає можливість підтримувати технічно та економічно доцільні рівні напруг в ЛЕС, наприклад зменшити коливання напруг та потужностей під час перехідних процесів, викликаних аваріями, перемиканнями і т. п.; відключеннями генераторів та ЛЕП в ЕЕС. Ознакою сучасних РДЕ є застосування мікропроцесорних, напівпровідникових перетворювачів електроенергії, сучасних пристроїв технологічної та електричної автоматики, яка реалізує, залежно від задач, різні закони керування. Як приклад розглянемо автоматику керування інверторами СЕС та схемні рішення деяких них.

Технологічна схема СЕС показана на рис. 3. Основними елементами СЕС є сонячні панелі, інвертор, збирна трансформаторна підстанція та розподільний пункт. Важливим пристроєм СЕС є інвертор, основне призначення якого – перетворення постійної напруги на змінну трифазну напругу, відслідковування точки максимального генерування (*maximum power tracking point – MPPT*), автоматичної синхронізації напруги інвертора з напругою мережі (*phase-locked loop-PLL*) та інші [5].



Рис 3. Технологічна схема СЕС

В інверторах СЕС реалізуються різні закони керування, серед яких такі як пропорційно-інтегральний (*PI*), пропорційно-резонансний (*PR*) та

прогнозуючий (*DB*) закони (рис. 4). Кожен з законів керування, реалізованих в інверторах СЕС, має свої переваги та недоліки. В даній роботі розглядаються можливості використання СЕС для генерування за заданими графіками з метою коригування потоків потужності в ЛЕС для зменшення в ній втрат електроенергії. Тому доцільно розглянути, наскільки інвертори з перерахованими законами керування відповідають цій меті.



Рис. 4. Класифікація законів керування інверторами СЕС

Відомо, що якість електричної енергії в ЛЕС залежить від параметрів, стану, режиму РДЕ і СЕС як одного з видів РДЕ. Водночас на показники якості електричної енергії значний вплив мають інвертори цих станцій і контролери. В експлуатації знаходяться СЕС багатьох виробників, у яких реалізують різні закони керування їх інверторами.

Розглянемо особливості пропорційно-інтегрального контролера інверторів СЕС. Відомо, що в пропорційно-інтегральному (*PI*) контролері інверторів СЕС зазвичай реалізується перетворення напруг і струмів з *abc* системи координат в *dq* систему координат. Передатна функція системи керування інвертором, яка працює за *PI* законом керування, визначається за виразом [3, 6]:

$$G_{PI}(s) = K_p + \frac{K_i}{s}, \quad (1)$$

де K_p , K_i – пропорційний та інтегральний коефіцієнти підсилення контролера; s – оператор Лапласа.

Структурна схема керування інвертором СЕС з *PI* контролером показана на рис. 5.

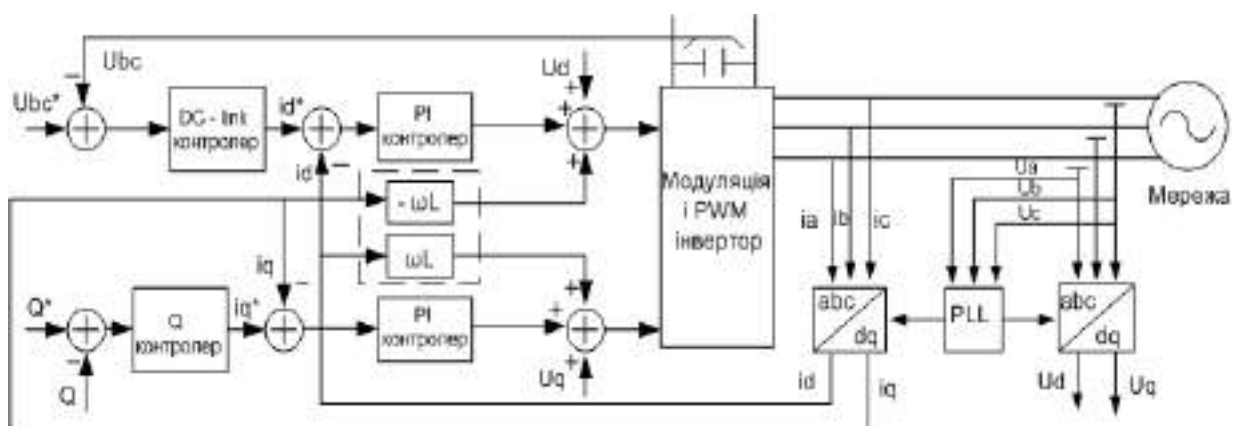


Рис. 5. Структурна схема модуля керування інвертором СЕС з використанням *PI* контролера

З метою покращення характеристик СЕС програмне забезпечення контролера, який керує інвертором СЕС, вдосконалюється. Так, зокрема передатна функція в abc координатах системи керування інвертором СЕС, в якій застосовується PI закон керування, знаходиться за виразом [4]:

$$G^{(abc)}_{PI}(s) = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} K_p + \frac{K_i s}{s^2 + \omega_0^2} & -\frac{K_p}{2} - \frac{K_i s + \sqrt{3}K_i \omega_0}{2(s^2 + \omega_0^2)} & -\frac{K_p}{2} - \frac{K_i s - \sqrt{3}K_i \omega_0}{2(s^2 + \omega_0^2)} \\ \frac{K_p}{2} - \frac{K_i s - \sqrt{3}K_i \omega_0}{2(s^2 + \omega_0^2)} & K_p + \frac{K_i s}{s^2 + \omega_0^2} & -\frac{K_p}{2} - \frac{K_i s + \sqrt{3}K_i \omega_0}{2(s^2 + \omega_0^2)} \\ -\frac{K_p}{2} - \frac{K_i s + \sqrt{3}K_i \omega_0}{2(s^2 + \omega_0^2)} & -\frac{K_p}{2} - \frac{K_i s - \sqrt{3}K_i \omega_0}{2(s^2 + \omega_0^2)} & K_p + \frac{K_i s}{s^2 + \omega_0^2} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

де K_p , K_i – пропорційний та інтегральний коефіцієнти підсилення контролера; s – оператор Лапласа; $\omega_0 = 2\pi f$ – кутова швидкість та f – частота.

На рис. 5 показана структурна схема керування інвертором СЕС з PI контролером, в якому (з використанням перетворення Парка-Горєва) реалізоване перетворення сигналів струмів і напруг з трифазної abc системи координат в обертову dq систему координат. Контролер інвертора СЕС здійснює узгоджене з напругою ЛЕС на шинах СЕС керування інвертором таким чином, що увімкнення СЕС стає неможливим за відсутності напруги на шинах. В схемі керування інвертором струмові сигнали після їх перетворення з abc системи координат в dq систему координат, надходять на блоки, які працюють за PI законами керування. Далі перетворені сигнали подаються на входи PWM (*pulse width modulation*) – широтно-імпульсного модулятора. На виході PWM отримуємо трифазну напругу. Також в схемі (рис. 1.7) використовується пристрій PLL (*Phase-Locked Loop*) автоматичного фазового підстроювання, за допомогою якого інвертор СЕС синхронізується з напругою в мережі.

Висновки. Показано, що в розподільних електричних мережах з розосередженим генеруванням, секціонованих у відповідності до вимог надійності, можливо і доцільно побудувати систему керування потоками потужності для зменшення втрат електроенергії під час її транспортування. Для цього доцільно залучати керовані відновлювані джерела електроенергії. В першу чергу це малі ГЕС, а також сонячні електростанції з груповим інвертором і накопичувачем електроенергії.

Розроблено метод оптимального керування потоками потужності в локальній електричній системі з різнотипними відновлюваними джерелами.

Список використаної літератури

1. Кириленко О. В. Технічні особливості функціонування енергосистем при інтеграції джерел розподіленої. *Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України*. 2009, Вип. 24. С. 3–7.

2. Інтеграція поновлюваних джерел енергії в розподільні електричні мережі сільських регіонів / Ю. І. Тугай та ін. *Технічна електродинаміка*. 2011. № 5. С. 63–67.

3. Кузнєцов М. П. Гарантовані рівні участі ВЕС у покритті потужності енергосистеми. *Відновлювана енергетика*. 2015. № 1 (40). С. 43–47.

4. Відновлювані джерела енергії в розподільних електричних мережах: монографія / Лежнюк П. Д., Ковальчук О. А., Нікіторович О. В., Кулик В. В. Вінниця: ВНТУ, 2014. 204 с.

5. Праховник А. В., Попов В. А., Кулик О. В. Модель інтеграції децентралізованої генерації в енергетичну систему на найвищому рівні ієрархії управління. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2016. № 1. С. 101–109.

6. Ngamroo I. Robust coordinated control of electrolyzer and PSS for stabilization of microgrid based on PID-based mixed H_2/H_∞ control. *Renewable Energy*. 2012. №. 45. P. 16–23.

Павло НАВАЖАНЮК²³,

Студент 2 курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ САМОХІДНОЇ СЕЛЕКЦІЙНОЇ СІВАЛКИ З ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ ВИСІВУ

Анотація. Метою державних програм з розвитку селекції та насінництва є проведення досліджень, пов'язаних зі створенням нових інтелектуальних технічних систем, які реалізуються в селекційній техніці, зокрема в самохідних селекційних сівалках. Запропоновано розробку інтелектуальної технології висіву насіння, яка буде реалізована на базі самохідної селекційної сівалки. Впровадження даної технології дає можливість покращити якість врожаю та забезпечити ефективне використання ресурсів у сільському господарстві.

Ключові слова: точність, посів, привід, обладнання, рівномірність.

Annotation. The purpose of state programs for the development of breeding and seed production is to conduct research related to the creation of new intelligent technical systems that are implemented in breeding equipment, in particular in self-propelled breeding seeders. The development of an intelligent seed sowing technology is proposed, which will be implemented on the basis of a self-propelled seed drill. The introduction of this technology makes it possible to improve the quality of the crop and ensure the efficient use of resources in agriculture.

Keywords: accuracy, sowing, drive, equipment, uniformity.

Вступ. На сьогоднішній день в техніці та обладнанні для селекції насіння використовуються стандартні кінематичні системи передачі та приводи.

²³Науковий керівник: Дубровіна О.О., асистент кафедри Охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві.

Здебільшого іноземна техніка та обладнання займають 60-80% ринку [1]. Для висіву в пристроях селекційних сівалок використовуються ручні та механічні системи подачі насіння, що призводить до збільшення втрат насіннєвого матеріалу, підвищення енергоємності та трудомісткості процесу. Крім того, в процесі проектування та розробки селекційних машин та обладнання не враховуються такі важливі характеристики процесу сівби, як: ґрунтово-кліматичні особливості сільської місцевості та узгодження швидкості руху сівалки зі швидкістю обертання висівного апарату з урахуванням зміни коефіцієнта заносу.

Технічною метою винаходу є підвищення точності висіву насіння сільськогосподарських культур за рахунок усунення жорсткого зв'язку приводного колеса з висівним апаратом і заміни його на електронний, а також зменшення похибки норми висіву через пробуксовку коліс, що обумовлено інерційністю механічного приводу і відсутністю контролюючих пристроїв.

Метою дослідження є розміщення навісної сівалки в міжосьовому просторі самохідного шасі та заміна механічного приводу з можливістю корегування норми висіву для різних культур, ґрунтів, кліматичних умов.

Виклад основного матеріалу. Найбільш відомими є сівалки суцільного висіву з ланцюговою передачею від ведучого колеса, механічним пристроєм для вибору норми висіву, та висівним апаратом. Одним з основних недоліків даних сівалок є низька точність висіву [2-4].

Слід зазначити, що інтелектуальне програмне забезпечення іноземної техніки з автоматизованими системами подачі насіння та висіву, яка використовується, безпосередньо пов'язане з основним програмним кодом розробників та не враховує природно-кліматичні особливості України.

Всі перераховані вище фактори суттєво знижують ефективність посівного процесу і, як наслідок, продуктивність фермерського господарства [6]. Вирішенням цієї проблеми є розробка вітчизняної інноваційної посівної техніки з використанням технології інтелектуального висіву насіння.

Найбільш близьким за технічною суттю є висівний апарат сівалки Wintersteiger Plotseed S, який обрано в якості прототипу. Недоліками цього пристрою є низька точність висіву через погане зчеплення з ґрунтом, інертність механічного приводу та відсутність зворотного зв'язку приводу висівного апарату.

Пристрій для регулювання норми суцільного висіву насіння, що містить висівний апарат з його приводом, пульт керування, телеметричні датчики, розміщений на приводному колесі та оснащений електронним блоком керування на сівалці та щілинним оптичним датчиком в системі висіву висівного апарату, з'єднаними між собою зворотним зв'язком. Привід висівного апарату виконаний від крокового двигуна, яким керує електронний блок.

Синхронізація обертання висівного апарату і реальної швидкості здійснюється за рахунок інтелектуального приводу. На рисунку 1 показано компонування сівалки в міжосьовому просторі самохідного шасі Агромаш 30 СС.

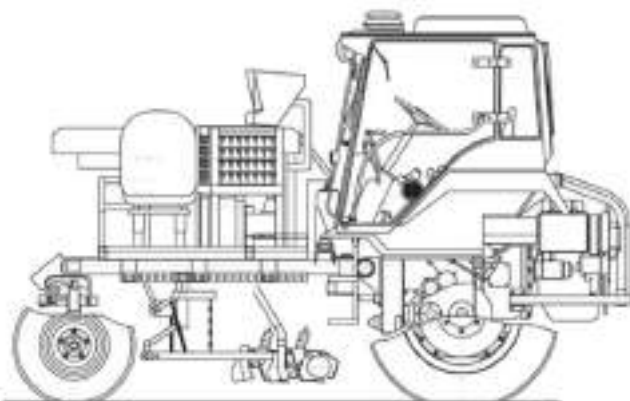


Рис 1. Загальний вигляд самохідної селекційної сівалки.

Машиною для досліджень була сівалка Rowseed S (WINTERSTEIGER). Вона призначена для суцільного посіву зернових, зернобобових і круп'яних культур на ділянках другого етапу селекції. Завод-виробник передбачив привід висівного апарату від додаткового колеса та зміну норми висіву для різних культур шляхом перестановки зубчастих коліс.

Для цієї сівалки було використано систему Global Sow Control System (GSC), яка дозволяє налаштовувати параметри ділянок і висівного апарату. Ця система контролює подачу живлення на електродвигуни механізму подачі касет під час звичайного висіву, а також сповіщає звуковим сигналом, якщо касети порожні.

У таблиці 1 наведено технічні характеристики цієї сівалки.

Таблиця 1

**Основні характеристики та параметри сівалки для суцільного посіву насіння
(WINTERSTEIGER Rowseed S, Австрія)**

Система управління	Global Sow Control System (GSC).
Привід	Від колеса з телеметричним датчиком
Вага, кг	400
Кількість ділянок	6
Тип борозно утворювача	Двох колісний NODET
Ширина захвату, м	1,25

Енергетичною машиною для випробувань було взято самохідне шасі Агромаш 30 СС, яке використовується для агрегування з сівалкою. Самохідне шасі ВТЗ-30Ш та його модифікації є універсальними чотириколісними тракторами рамної конструкції та призначене для використання в якості універсальної транспортної машини, а також в якості бази для монтажу на рами різних машин (навісних машин, обладнання та робочих органів) для виконання спеціальних робіт в сільському господарстві, комунальному господарстві та промисловості.

На даному самохідному шасі дизельний двигун і силова передача розташовані в задній частині, а передня частина являє собою відкриту трубчасту раму з вантажною платформою.

Установка обладнання на рамі шасі забезпечує хороший огляд рядків і робочих органів обладнання, однак таке шасі не може синхронізувати робочі

органи навісного обладнання зі швидкістю руху.

Основні технічні характеристики самохідного шасі Агроташ 30Ш представлені в таблиці 2.

Таблиця 2

Основні характеристики самохідного шасі ВМТЗ Агроташ 30Ш

Тип	Самохідний, універсальний візок із заднім ходом
Клас тяги	0,6
Вага, кг	2460
Робоча потужність двигуна, к.с.	30
Ряд, мм	1424
Габаритні розміри: д*ш*в, мм	4205*1630*2632
Рама, мм	2510
Агротехнічний просвіт, мм	450

Пристрій для інтелектуального висіву. Для адаптації сівалки до самохідного шасі було розроблено інтелектуальний висівний пристрій (рис. 2, табл. 3), який включає в себе висівний апарат з приводом, панель оператора, телеметричні датчики, розміщені на ведучому колесі, та електромагніт керування нормою висіву. Пристрій виконаний на основі крокового двигуна з мікроконтролером та інтелектуальною програмою висіву.

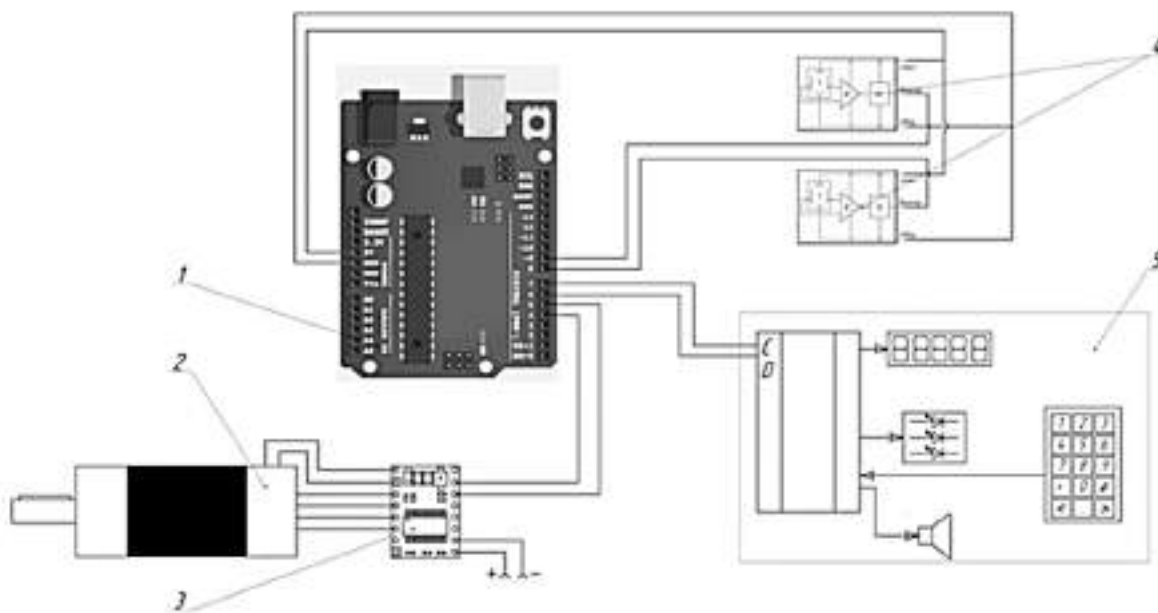


Рис. 2. Принципова схема інтелектуального висівного пристрою.

Таблиця 3

Технічні характеристики інтелектуального висівного пристрою

Тип і модель двигуна	Кроковий двигун, FL86STH118
Споживана потужність, Вт	210
Максимальний крутний момент, Н * м	8,7
Вага, кг	3,8
Модель контролера	Arduino Mega 2560
Модель приводу	SMSD-4.2RS-485

Система інтелектуального висіву працює таким чином. Телеметричні датчики 4 встановлюються на ведучі колеса сівалки або трактора для отримання телеметричних даних. Оператор задає норму висіву на пульті керування 5. Датчики Холла 4 знімають вихідний сигнал від сівалки під час руху. Мікроконтролер 1 обробляє отриманий сигнал, виключає пробуксовку коліс та формує керуючий сигнал для приводу 3. Привід 3, в свою чергу, приводить в дію кроковий двигун 2, який обертає вал висівного апарату. На основі даних, отриманих від датчиків 4, мікроконтролер 1 коригує частоту вихідних імпульсів. Установка датчиків 4 необхідна для зменшення похибки довжини ділянок через пробуксовку коліс. Після корекції даних мікроконтролер 1 формує вихідні імпульси відповідно до заданої програми і надсилає їх на контролер 3 крокового двигуна 2, який обертає вал сівалки. Для визначення рівномірності розподілу насіння по довжині рядка були проведені дослідження висівного апарату згідно з ГОСТ 31395-2007 (Сівалки тракторні, методи випробувань).

Для оцінки ефективності роботи самохідної селекційної сівалки було проведено лабораторні та польові випробування. Під час яких оцінювались такі параметри процесу: рівномірність висіву, рівномірність глибини загортання в поздовжньому і в поперечному напрямках.

Якісні показники роботи сівалки визначалися шляхом засіву ділянок довжиною 10 м. Кількість рослин наведено на одному погонному метрі в таблиці 4.

Таблиця 4

Кількість рослин на ділянці довжиною 10 м

Індикатори	Кількість висівних апаратів						Середній показник
	1	2	3	4	5	6	
Кількість рослин на 1 погонному метрі рядка:	-	-	-	-	-	-	-
- на початку	21	22	23	21	22	20	21,5
- посередині	22	20	19	22	22	20	20,8
- в кінці	20	21	22	19	19	19	20,0
Середнє арифметичне квадратичне відхилення	1	1	2,08	1,52	1,73	0,57	0,75
Коефіцієнт варіації, %.	4,7	4,7	9,7	7,3	8,2	2,9	3,6

Аналіз отриманих даних показує, що конструкція висівного апарату забезпечує рівномірний висів насіння по довжині рядка. Середнє квадратичне відхилення по довжині рядка не перевищує 0,75 штук, а коефіцієнт варіації становить 3,6%, що відповідає агротехнічним вимогам, коли насіння розподіляється в рядках з міжряддям 5 см.

Глибина висіву різними сівалками по довжині рядка показана в таблиці 5.

Таблиця 5

Глибина висіву самохідною селекційною сівалкою

Індикатори	Кількість висівних апаратів						Середній показник
	1	2	3	4	5	6	
Глибина посіву на 1 погонний метр рядка:							
- на початку	5,9	7,1	5,9	6,4	7,6	5,6	6,4
- посередині	6,1	6,9	7,5	5,4	6,6	5,9	6,4
- в кінці	5,3	6,1	7,3	7,6	6,7	4,9	6,3
Середнє арифметичне квадратичне відхилення	-	-	-	-	-	-	-
Коефіцієнт варіації, %.	7,22	7,90	12,63	17,03	7,91	9,39	0,84

Аналіз отриманих даних показує, що сівалка забезпечує рівномірну глибину загортання насіння. Глибина посіву коливається від 4,9 см до 7,6 см, що відповідає агротехнічним вимогам.

Висновок. В результаті проведених досліджень встановлено, що самохідна селекційна сівалка з інтелектуальним приводом висівного апарату забезпечує якісний та рівномірний висів насіння по всій довжині ділянки. Крім того, розміщення сівалки на центральній лінії самохідного шасі збільшує змінну продуктивність і знижує загальне енергоспоживання.

Список використаної літератури

1. Полякова І.О. Кореляційно-регресійний аналіз господарських ознак в селекційній роботі з льоном олійним. *Науковотехнічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2020. № 29. С. 92–101.
2. Aliev E.B., Bandura V.M., Pryshliak V.M., Yaropud V.M., Trukhanska O.O. Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural industry. *INMATEH – Agricultural Engineering*. 2018. № 54 (1). P. 95–104.
3. Сисолін П.В., Свірень М.О. Висівні апарати сівалок (еволюція конструкцій, розрахунки параметрів): Навч. пос.. Кіровоград, Центр. Укр. Видавництво, 2004. 160 с.
4. Горобей В.П. Механіко-технологічні і конструктивні основи підвищення ефективності робочих органів для сівби в селекції і насінництві: дис. ... доктора технічних наук : 05.05.11. Мелітополь, 2017. 428 с.
5. Яропуд В.М., Дацюк Д.А. Шляхи удосконалення висівного апарата селекційної сівалки дрібнонасіньових культур. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2021. 100. С. 156–166. DOI: 10.37128/2306-8744-2021-1-15

Олександр КОЧМАРУК²⁴,
Студент 2-го курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

АНАЛІЗ ТА РОЗРОБКА ЗАХИСТУ ВІД ГРОЗОВИХ ПЕРЕНАПРУГ В БУДІВЛЯХ, СПОРУДАХ І ПРОМИСЛОВИХ КОМУНІКАЦІЯХ

***Анотація.** У сучасних будівлях і спорудах система блискавкозахисту відіграє важливу роль у забезпеченні безпеки електричних мереж, комунікаційних систем та устаткування від можливих пошкоджень, що можуть виникнути внаслідок грозових перенапруг. В даній роботі проводиться аналіз впливу грозових перенапруг на інформаційні та комунікаційні системи та важливість системи блискавкозахисту в їхній роботі. Пояснення механізми виникнення грозових перенапруг та вказані стандарти і рекомендації щодо протидії їм. Особлива увага приділяється різним типам заземлення, які є важливою складовою системи блискавкозахисту, що допомагає уникнути небезпечних наслідків грозових розрядів.*

***Ключові слова:** блискавкозахист, перенапруга, комунікаційні системи, заземлення.*

***Annotation.** In modern buildings and structures, the lightning protection system plays an important role in ensuring the safety of electrical networks, communication systems, and equipment from possible damage that may occur as a result of lightning surges. This work analyzes the impact of lightning surges on information and communication systems and the importance of lightning protection systems in their work. The mechanisms of the occurrence of lightning surges are explained, and the standards and recommendations for counteracting them are indicated. Special attention is paid to different types of grounding, which is an important component of the lightning protection system, which helps to avoid the dangerous consequences of lightning discharges.*

***Key words:** lightning protection, overvoltage, communication systems, grounding.*

***Вступ.** Системи безпеки, зокрема система блискавкозахисту, є критично важливими для захисту будівель та обладнання від уражень блискавки. Вони забезпечують безпеку, захищаючи електричну мережу, комунаційне та захисне устаткування, радіозв'язок, антени для радіо та телебачення, вишки мобільного зв'язку. Відсутність якісної системи блискавкозахисту може призвести до пожеж, руйнування будівель, пошкодження електропроводки та обладнання.*

Механізми грозових перенапруги. Пояснення, як виникають грозові перенапруги: грозові перенапруги виникають у результаті руху хмар, які

²⁴Науковий керівник: Штуць А.А. асистент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

навантажуються електричною енергією через тертя часток води у хмарах. Це призводить до розвитку електричних зарядів у хмарах, які виявляються у вигляді блискавки. Під час блискавки гігантські статичні заряди розряджаються, випромінюючи енергію в дуже короткий проміжок часу. Ці енергійні розряди можуть створювати надзвичайно високі напруги, які можуть потрапити в будівлі, споруди та промислові комунікації, призводячи до пошкоджень та інцидентів.

Заземлення виконується за допомогою різних методів і типів, в залежності від конкретних потреб та умов. Ось деякі з найпоширеніших типів заземлення: вертикальне заземлення, цей тип заземлення використовує металеві стержні або смуги, які закопуються вертикально у ґрунт на велику глибину. Це дозволяє забезпечити надійний контакт з землею та ефективно відводити надлишковий струм.

Посилаючись на Розрахунки з електробезпеки: «Опір контура заземлення повинен мати не більше 4 Ом.» як що знову посилатися на попереднє джерело то коефіцієнт використання групового заземлювача η —це відношення діючої провідності цього заземлювача до найбільш можливої його провідності за нескінченно великих відстаней між його електродами.

Визначається необхідний опір штучних заземлювачів $R_{шт. з.}$:

$$R_{шт. з.} = \frac{R_0 \cdot R_{np.з}}{(R_{np.з} - R_0)} \quad (1)$$

Таблиця 1

Допустимі значення опорів R_0 заземлювальних пристроїв в електроустановках

Характеристика електроустановок	R_0 , Ом
Електроустановки напругою до 1000 В	
– за потужності генераторів та трансформаторів більше 100 кВт	4
– за потужності генераторів та трансформаторів 100 кВт і менше	10

Опір заземлення в значній мірі залежить від питомого опору ґрунту (позначається як ρ і вимірюється в Ом/м). Питомий опір ґрунту залежить від його типу та пори року. Найбільшу величину опір має в холодний період у північних районах під час промерзання ґрунту або в теплий період у південних районах, коли ґрунт стає найбільш сухим. За таблицею 2 можна визначити приблизне значення питомого опору ґрунту ρ .

Таблиця 2

Приблизні значення питомих електричних опорів різних ґрунтів.

Тип ґрунту	Питомий опір ґрунту, Ом	
	Межі коливань,	Рекомендоване значення для розрахунків
Глина (г)	8–70	40
Суглинок (с)	40–150	100
Чорнозем (ч)	9–53	30
Садова земля (с.з)	30–60	50

Блискавкозахист: установка грозових вивідників: високі металеві структури, які встановлюються на дахах будівель або споруд, зазвичай

з'єднуються з заземленням і призначені для привертання блискавки та відведення її струму у землю. Установка роздільних пристроїв і захисту від перенапруг: використовується для захисту електричного обладнання від можливих пошкоджень, які можуть виникнути внаслідок блискавки, шляхом встановлення різних захисних пристроїв, таких як розрядники та перемикачі.



Рис. 1 Установка грозвідвідника на житловій споруді

Захист від електромагнітних перешкод: Екранування кабелів та обладнання: включає в себе використання металевих екранів або оболонки для захисту від електромагнітних полів, що можуть впливати на сигнали або пристрої. Фільтри і засоби поглинання шуму: використовуються для фільтрації надлишкових електромагнітних сигналів та шумів, що можуть виникати внаслідок грозової активності або інших джерел.

Управління перенапругами: установка реле напруги: дозволяє вимикати електричне обладнання в разі перевищення допустимих рівнів напруги, щоб запобігти пошкодженням.

Проектування та впровадження заходів захисту в будівлях, спорудах і комунікаціях вимагає комплексного підходу і уваги до різних аспектів безпеки.

Стандарти та вимоги. Перш ніж розпочати випробування, важливо зрозуміти стандарти та вимоги, яким повинні відповідати системи захисту. Це може включати національні будівельні коди, стандарти безпеки і специфікації конкретних галузей.

Тестування систем захисту зазвичай починається з лабораторних умов, де проводиться симуляція різних умов експлуатації, таких як грози, перенапруги або пожежі. Після успішного завершення лабораторних тестів системи можуть бути піддані польовим випробуванням на реальних об'єктах або спорудах, щоб перевірити їх ефективність в реальних умовах. Після завершення випробувань система захисту перевіряється на відповідність вимогам стандартів і специфікацій.

Використання автоматичного вимикача, автоматичний вимикач може вимкнути живлення освітлювальної системи у разі виникнення перенапруги, що дозволить уникнути пошкоджень.

Грозозахист встановлення спеціальних грозозахисних систем для будівель може допомогти зменшити вплив грозових перенапруг на електричні мережі та освітлення.

Розрахунок значення опору ізоляції. Вимірювання R60" проводиться за схемою ВН - НН, бак.

Дані заводського протоколу: покази з трансформатора при $t_0 = 58^\circ \text{C}$, опір ізоляції обмоток $R_{60''} = 1300 \text{ МОм}$, вимірний у лабораторії при $t_{m1} = 20^\circ \text{C}$, тангенс кута діелектричних втрат масла $\text{tg}\delta_{m1} = 0,15 \%$.

Дані протоколу випробувань на монтажі: $R_{60''\text{вим}} = 420 \text{ МОм}$ при температурі $t_x = 61^\circ \text{C}$ і $\text{tg}\delta_{m2} = 2,5 \%$ при температурі $t_{m2} = 70^\circ \text{C}$.

Розрахунок фактичного значення опору ізоляції

1). Визначимо коефіцієнт K_2 , що враховує вплив на значення опору ізоляції обмоток розходження в температурах ізоляції при заводських і монтажних випробуваннях характеристик ізоляції:

$$K_2 = 1.5^{\frac{t_x - t_0}{10}} = 1.5^{\frac{61 - 58}{10}} = 1,3 \quad (2)$$

2). Визначимо коефіцієнт K_{m1} , що враховує вплив на значення опору ізоляції обмоток розходження в значеннях $\text{tg}\delta$ масла при заводських і монтажних випробуваннях характеристик ізоляції:

$$K_{m1} = \frac{\text{tg}\delta_{m2}}{\text{tg}\delta_{m1}} \cdot 1.5^{\frac{(t_x - t_0) + (t_{m1} - t_{m2})}{10}} = \frac{2,5}{0,15} \cdot 1.5^{\frac{(61 - 58) + (20 - 70)}{10}} = 2,51 \quad (3)$$

3). Значення фактичного опору ізоляції обмоток з урахуванням впливу температури и $\text{tg}\delta$ масла становить:

$$R_{60''\phi} = R_{60''\text{изм}} \cdot K_2 \cdot K_m = 420 \cdot 1,13 \cdot 2,51 = 1191 \text{ МОм} \quad (4)$$

Значення фактичного опору ізоляції обмоток становить 91,6 %, значення опору при заводських випробуваннях, перебуває в припустимих межах, (менш припустимих 70 %).

Оцінка стану ізоляції обмоток трансформаторів за результатами виміру $R_{60''}$ і $R_{60''}/R_{15''}$

Під час монтажу й капітального ремонту можливо неприпустимо велике зволоження ізоляції обмоток. Зняті покази значень $R_{60''}$ і $R_{60''}/R_{15''}$ є одним з основних показників при ухваленні рішення про допустимість включення трансформатора в роботу після монтажу й капітального ремонту без сушіння.

Нормування за припустимим значенням $R_{60''}$ і $R_{60''}/R_{15''}$

Припустимі значення опору $R_{60''}$ установлені не для всіх трансформаторів. Оцінити стан ізоляції за припустимим значенням опору $R_{60''}$ після монтажних робіт можна тільки в трансформаторів напругою до 35 кВ включно (табл. 2.3), а після капітального ремонту - у трансформаторів напругою до 110 кВ включно (табл. 2.4).

Таблиця 3

Найменші припустимі значення опору ізоляції R60” обмоток трансформатора напругою до 35 кВ включно, залитого маслом (після монтажних робіт)

Потужність трансформатора, кВА	Значення R60” (МОм) при температурі обмотки, ° С						
	10	20	30	40	50	60	70
До 6300 включно	450	300	200	130	90	60	40
10000 і більше	900	600	400	260	180	120	80

Припустимі значення R60”/R15” також установлені не для всіх трансформаторів. Після монтажних робіт оцінити стан ізоляції за припустимим значенням R60”/R15” можна тільки в трансформаторів напругою до 35 кВ включно потужністю менше 10000 кВА, а після капітального ремонту - у трансформаторів напругою до 110 кВ включно всіх потужностей. У перерахованих вище трансформаторів значення R60”/R15” повинне бути не менше ніж 1.3.

Таблиця 4

Найменші припустимі значення опору ізоляції R60” обмоток трансформатора в маслі (після капітального ремонту)

Характеристика трансформатора (напруга і потужність)	Значення R60 (МОм) при температурі обмотки, ° С						
	10	20	30	40	50	60	70
До 35 кВ включно не залежно від потужності	450	300	200	130	90	60	40
110 кВ незалежно від потужності	900	600	400	260	180	120	80

Випробовування ізоляції трансформаторів між ремонтними та під час експлуатації також передбачають вимірювання значення опору ізоляції R60” і визначення відношення R60”/ R15”.

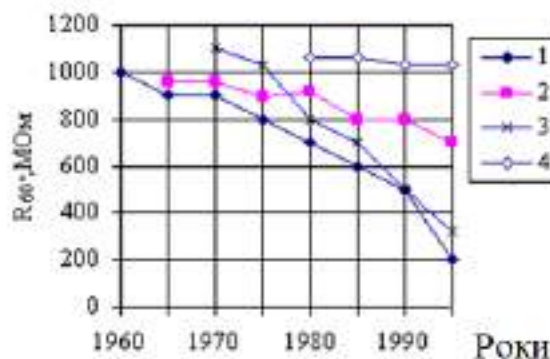


Рис 2. – Залежності опору ізоляції R60” від дати контролю: 1, 2, 3, 4 – номери трансформаторів

Отримані при міжремонтних и експлуатаційних випробуваннях значення опору ізоляції R60'' і відношення R60''/ R15'' використовуються в якості одних з основних показників при ухваленні обґрунтованого рішення про можливість подальшої експлуатації або проведення відновлюючого ремонту трансформатора. В останньому випадку уточнюються строки проведення ремонту.

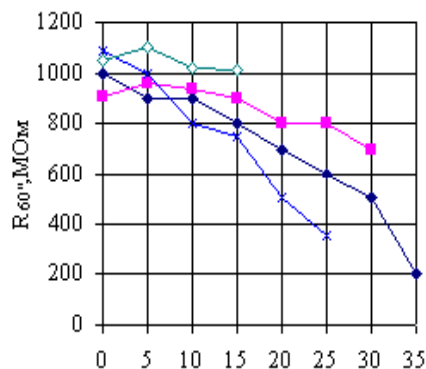


Рис. 3 - Залежності опору ізоляції R60'' від терміну експлуатації: 1, 2, 3, 4 - номери трансформаторів

При поточному ремонті й міжремонтних випробуваннях опір ізоляції R60'' і відношення R60''/R15'' не нормуються, але повинні враховуватися при комплексному розгляді результатів всіх вимірів ізоляції й зіставлятися з раніше отриманими. Аналіз процесу зміни опору рекомендується виконувати для групи однотипних трансформаторів із вказівкою моменту їхнього уведення в експлуатацію (рис. 3). Процес прискореного старіння можна помітити на графіку, якщо по осі абсцис відкладається термін служби трансформатора. Всі опори наведені до розрахункового (базової) температури (70° С).

Для експлуатаційного контролю застосовується схема вимірювань з мостом Шерінга.

Мостова схема вимірювань складається з контрольованого об'єкту з параметрами C_x і $\text{tg}\delta$ (плече Z_1), зразкового конденсатора C_0 (плече Z_2) і кіл урівноваження (плечі Z_3 , Z_4 і показчика рівноваги УР).

Процес вимірювання полягає в урівноваженні (балансуванні) мостової схеми, для чого по черговим змінами опору резистора R_3 і ємності конденсатора C_4 проводять вирівнювання напруги плечей Z_3 і Z_4 . При рівновазі моста, що встановлюється по відсутності показів показчика рівноваги, виконується рівність $Z_1 \cdot Z_4 = Z_2 \cdot Z_3$, виходячи з якого визначаються параметри ізоляції контрольованого об'єкту:

$$\text{tg}\delta = \omega C_4 R_4 \quad C_x = \frac{R_4}{R_3} C_0 \quad (5)$$

У даній мостовій схемі визначаються параметри ізоляційної конструкції, відповідні послідовній схемі заміщення (конденсатор без втрат з послідовно сполученим резистором, втрати в якому еквівалентні діелектричним втратам в ізоляції).

Для розширення меж вимірювання паралельно резистору R_3 , включається шунт; вимірюванням опору резистора R_4 можна змінити межі вимірювання $\text{tg}\delta$.

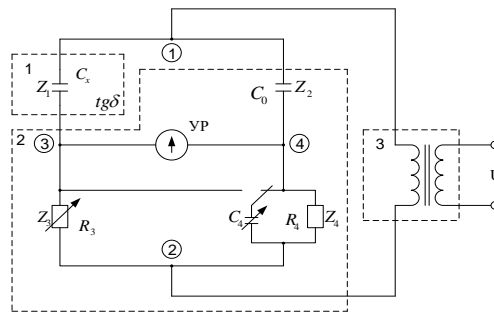


Рисунок 4 - Мостова схема вимірювань

**1 - об'єкт контролю; 2 - засіб вимірювань (вимірювальний міст);
3 - джерело напруги**

Для спрощення розрахунків опір резистора R_4 вибирається рівним $10\pi/\pi$, де π - ціле число. Тоді при промисловій частоті ($\omega = 2\pi f = 100\pi$). Якщо значення C_4 виразити в мікрофарадах, то значення зміряного $\text{tg}\delta$ визначається співвідношеннями приведеними у таблиці 2,5.

Таблиця 5

Значення зміряного $\text{tg}\delta$

$R_4, \text{ Ом}$	$\cdot 100/\pi$	$1000/\pi$	$10000/\pi$
$\text{tg } \delta$	$0,01C_4$	$0,1C_4$	C_4
$\text{tg } \delta\%$	C_4	$10C_4$	$100C_4$

За наявності перешкод (струмів впливу) можливі випадки, коли струм зразкового конденсатора відстає по фазі від струму, що протікає по плечу Z_3 і струму об'єкту і струму перешкод, що є сумою. При цьому для вимірювання так званого відказного значення $\text{tg}\delta$ конденсатор C_4 слід включати паралельно резистору R_3 ; значення $\text{tg}\delta$ розраховується по формулі:

$$\text{tg } \delta(-) = -\omega C_4 R_3 \quad (6)$$

Вимірювальний міст Р5026 (кола урівноваження) і зразковий конденсатор Р5023, що серійно випускається, забезпечують можливість вимірювань при високій напрузі до 10 кВ (три діапазони вимірювань ємності - A_1, A_2 і A_3) і при низькій напрузі (50В від вбудованого трансформатора, діапазони A_4 і A_5). Передбачено два діапазони вимірювання $\text{tg } \delta$: $N = 1$ ($R_4 = 10000/\pi$) и $N = 0,1$ ($R_4 = 1000/\pi$).

У діапазоні A_1 струм об'єкту протікає тільки по резистору R_3 ; у діапазонах A_2 і A_3 включаються шунти ($R_{ш} + R_{ш}$ або $R_{ш}$). Перемикач SA_2 дозволяє приєднати конденсатор C_4 до резистора R_4 (вимірювання позитивних значень $\text{tg}\delta$) або резистору R_3 (вимірювання негативних значень $\text{tg}\delta$). Діапазони вимірювань значень $\text{tg}\delta$ встановлюються перемикачем SA_3 шляхом зміни опору

R_4 (R_4' або R_4''). У модернізованому мості P5026M є ще один діапазон вимірювань $\text{tg}\delta$ при $R_4''' = 159150\text{M}$

Мінімально необхідна потужність трансформатора для контролю устаткування високої напруги при $U_{\text{ном}} = 10$ кВ і ємності об'єктів:

- до 1000 пФ (трансформатори струму) – 30 В·А;
- до 10000 пФ (трансформатори малої потужності) – 300 В·А;
- до 100000 пФ (потужні трансформатори) – 3 кВ·А;

В більшості випадків як випробувальні трансформатори можуть бути використані трансформатори напруга, короткочасна (однохвилинна) потужність якої рівна: для НОМ-6 – 1,5 кВ·А; для НОМ-10 – 3,5 кВ·А.

Потужність фазорегулятора і регулятора напруги повинна бути не нижче за розрахункову потужність трансформатора. Рекомендується застосування фазорегуляторів типів МАФ (0,22 кВ·А) або ФР (0,5-2 кВ·А). При потужності до 2 кВ·А може бути використаний регулятор напруги РНО-250-2; при великих потужностях - регулятор АОСН-20-220 (до 5 кВ·А).

Висновки. У висновку можна сказати, що система блискавкозахисту є невід'ємною частиною будь-якої сучасної будівлі або споруди. Вона грає важливу роль у забезпеченні безпеки електричних мереж, комунікаційних систем та устаткування від можливих пошкоджень, що можуть виникнути внаслідок грозових перенапруг. Правильне функціонування системи блискавкозахисту базується на відповідності стандартам та рекомендаціям, а також на відповідному заземленні, що допомагає уникнути серйозних наслідків грозових розрядів. Тому важливо враховувати ці аспекти під час будівництва та експлуатації будівель з метою забезпечення безпеки та надійності.

Список використаної літератури

1. Сушко О.А. Рожицький М.М. Оптичний сенсор на основі напівпровідникових квантово-розмірних структур для визначення конденсованої ароматики у водних об'єктах довкілля. *Системи обробки інформації*. 2013. С. 259-264.

2. Вибір раціональної стратегії обслуговування електрообладнання О. І. Акімов та ін. Collected scientific works of Ukrainian State University of Railway Transport. 2015. № 153. URL: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.153.2015.64189> (дата звернення: 23.04.2024).

3. Матвійчук В. А. Рубаненко О. Є. Гунько І.О. Діагностування електрообладнання. Вінниця: ВНАУ. 2020. 138 с.

4. Собчук В.С., Бурикін О.Б., Собчук Н.В. Перенапруги і блискавкозахист в електричних системах: Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2011. – 145 с.

5. Гречин Д., Дробот І. Дослідження відхилень напруги в мережі електропостачання підприємства при експлуатації електрообладнання. *Bulletin of Lviv National Environmental University Agroengineering Research*. 2024. № 27. С. 61–69. URL: <https://doi.org/10.31734/agroengineering2023.27.061> (дата звернення: 23.04.2024).

Андрій КОВАЛЬ²⁵,
Студент 2-го курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОЦІНКА ТЕРМІНУ СЛУЖБИ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА ЗА ВРАХУВАННЯ СИСТЕМАТИЧНИХ ПЕРЕВАНТАЖЕНЬ

***Анотація.** У даній роботі проведено аналіз щодо визначення ресурсу силових трансформаторів з урахуванням регулярних перевантажень. Проведений аналіз базується на технічних характеристиках трансформатора та історичних даних його експлуатації. Для оцінки впливу перевантажень на термін служби використовується методика, заснована на теорії надійності електрообладнання. Запропонований метод дозволяє кількісно оцінити зниження ресурсу трансформатора в залежності від рівня перевантаження. Результати аналізу можуть бути корисними для планування технічного обслуговування та розробки стратегій експлуатації силових трансформаторів в енергосистемах.*

Ключові слова: Оцінка, термін служби, силовий трансформатор, врахування, систематичні перевантаження.

***Annotation.** In this work, an analysis was carried out to determine the resource of power transformers taking into account regular overloads. The conducted analysis is based on the technical characteristics of the transformer and historical data of its operation. A method based on the theory of reliability of electrical equipment is used to assess the impact of overloads on the service life. The proposed method makes it possible to quantitatively assess the reduction of the transformer resource depending on the level of overload. The results of the analysis can be useful for planning maintenance and developing a strategy for the operation of power transformers in power systems.*

Key words: Assessment, service life, power transformer, consideration, systematic overloads.

***Вступ.** Оцінка терміну служби силового трансформатора, що піддається регулярним перевантаженням, є складним завданням, яке вимагає аналізу різних факторів, таких як конструкція трансформатора, умови експлуатації, перевантажень, температурні умови тощо. Основні фактори, що впливають на термін служби трансформатора..*

Щоб оцінити термін служби трансформатора з урахуванням регулярних перевантажень, рекомендується провести детальний аналіз умов експлуатації та історії перевантажень. Може виникнути необхідність врахування індивідуальних особливостей конкретного трансформатора, вимог стандартів безпеки та нормативних вимог [1-10]. Крім того, регулярний контроль стану трансформатора за допомогою методів діагностики (таких як вимірювання температури, вологості,

²⁵Науковий керівник: Штуць А.А., асистент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

рівня ізоляції тощо) також допоможе визначити тривалість служби трансформатора.

Перевантаження та Температура. Протягом періоду Це шлях, яким енергія передається системі. Датчик температури і регулятор якщо встановлений трансформатор, вам може знадобитися додати воду до вашого вимикача. Для оцінки терміну служби враховують систематичні перевантаження через їх вплив на теплове навантаження трансформатора.

Загалом регулярні перевантаження можуть скоротити термін служби силових трансформаторів, і врахування їх у процесі оцінки ресурсу дозволяє планувати технічне обслуговування та підтримувати ефективність трансформатора протягом усього терміну експлуатації.

Діагностика. Діагностика силових трансформаторів з урахуванням регулярних перевантажень важлива для забезпечення безперебійної роботи електромережі та запобігання можливих аварійних ситуацій. Систематичні перевантаження можуть призвести до швидкого зносу і поломки трансформатора. Тому вкрай важливо їх своєчасне виявлення та аналіз.

Методи діагностики силових трансформаторів з урахуванням систематичних перевантажень [1-10]:

1. Контролюйте температуру: підвищення температури може вказувати на перевантаження трансформатора. Встановлення додаткових датчиків температури на гарячих точках трансформатора допоможе відстежувати зміни.

2. Моніторинг навантаження: встановлення систем моніторингу навантаження допоможе визначити, чи перевищує струм навантаження проектну межу. Це можна зробити за допомогою датчиків струму і напруги.

3. Аналіз історичних даних: Аналіз історичних даних про продуктивність трансформатора допоможе визначити тенденції перевантаження та потенційні ризики.

4. Оцінка ізоляції: проведення регулярних випробувань ізоляції дозволить виявити будь-які пошкодження, які можуть виникнути через перевантаження.

5. Тепловізор: використання тепловізійної камери для виявлення гарячих точок на поверхні трансформатора.

6. Моніторинг вібрації: підвищена вібрація може бути результатом перевантаження та вказувати на потенційні проблеми ізоляції або механічні пошкодження.

Регулярно виконувати ці процедури та вживати необхідних заходів, щоб уникнути можливих проблем, які можуть виникнути через систематичні перевантаження силових трансформаторів.



Рис 1. Діагностика силового транспорту

Структура. Силовий трансформатор зазвичай проектується з урахуванням регулярних перевантажень та інших факторів, які можуть вплинути на його ефективність і надійність. До основних елементів конструкції силового трансформатора відносяться:

Сердечник трансформатора: зазвичай виготовляється зі спеціальної сталі з високими магнітними властивостями, наприклад, кремнієвої сталі. Сердечник створений для створення магнітного поля, яке дозволяє передавати електричну енергію від однієї котушки до іншої.

Обмотки: трансформатор має дві обмотки - первинну і вторинну. Первинна обмотка підключається до джерела живлення, а вторинна — до навантаження. Кількість витків у кожній котушці та її діаметр визначають величину напруги трансформатора.

Ізоляція: усі обмотки та провідники трансформатора ізолювані одна від одної та від корпусу трансформатора, щоб запобігти коротким замиканням та іншим електричним проблемам.

Охолодження: Рідинне (наприклад, масло) або повітряне охолодження можна використовувати для видалення тепла, що утворюється під час роботи трансформатора. Деякі великі трансформатори також мають спеціальні системи охолодження, наприклад водяні системи [1-10].

Корпус: Трансформатор можна помістити в корпус, який захищає його від зовнішніх впливів і забезпечує безпеку експлуатації.

Компенсаційні пристрої: додаткові пристрої, такі як компенсатори потужності та стабілізатори напруги, можуть бути встановлені разом із силовим трансформатором для підтримки оптимальних параметрів потужності.

Захисні пристрої: трансформатор може містити різні захисні пристрої, такі як реле перевантаження та автоматичні вимикачі, щоб захистити його від перевантажень і коротких замикань.

Разом ці елементи створюють структуру силового трансформатора, яка забезпечує ефективну передачу та перетворення електричної енергії з мінімальними втратами та ризиком нещасних випадків за різних умов експлуатації, включаючи систематичні перевантаження [1-10].

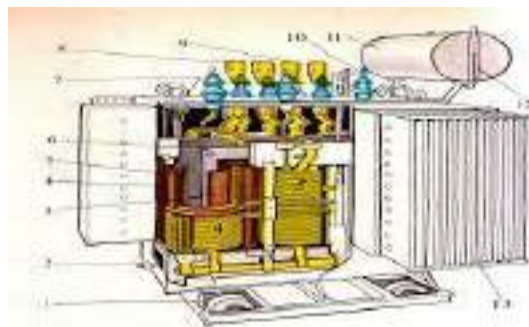


Рис 2. Структура силового трансформатора

Розробка математичної моделі. Урахуванням регулярних перевантажень може бути складним завданням, оскільки необхідно враховувати багато фізичних процесів, що відбуваються в трансформаторі в різних режимах роботи. Однак

ключові кроки в розробці такої моделі можуть включати наступне:

Основні параметри трансформатора: це може включати номінальну потужність, напругу, струм, коефіцієнт перемикання, опір обмотки та інші фізичні характеристики.

Побудова математичної моделі трансформатора відповідно до фізичних законів: це можна зробити за допомогою електричних і магнітних рівнянь, таких як закони Ома, закони Фарадея та закони Ампера, які враховуються для кожного з'єднання d'winding.

Розгляд регулярних перевантажень: щоб включити регулярні перевантаження в модель, можна розглянути зміни в параметрах трансформатора, такі як збільшення опорів, зміна властивостей матеріалів, що використовуються в трансформаторі, або введення коефіцієнтів перевантаження для кожного режиму. Працевлаштування.

Моделювання впливу перевантажень на теплові процеси: Оскільки одним із головних наслідків перевантажень є підвищення температури, важливо враховувати цей аспект у моделі [1-10]. Це можна зробити шляхом інтегрування теплових рівнянь і розгляду втрати енергії як тепла.

Перевірка та калібрування моделі: після створення моделі її необхідно перевірити за допомогою експериментальних даних і відкалібрувати, щоб переконатися, що модель відповідає фактичним спостереженням.

Ці кроки можуть допомогти зрозуміти вплив регулярних перевантажень на термін служби та продуктивність силових трансформаторів.

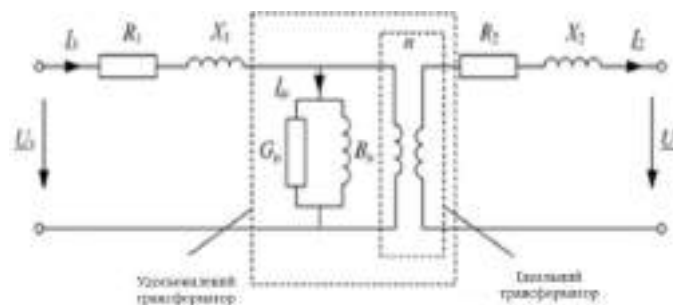


Рис 3. Матиматична модель трансформатора

Графіки та таблиці допустимих навантажень.

Метод перетворення фактичного графіка навантаження в еквівалентний двухступінчатий графік.

Для того, щоб користуватися графіками і таблицями, приведеними в стандартах, необхідно перетворити реальний добовий графік навантаження в еквівалентний двухступенчатий графік у відповідність з рисунком 4. із ступенями навантаження K_1 і K_2 , де K_2 _ максимум навантаження. Тривалість максимуму навантаження протягом години. Методи визначення цієї тривалості залежать від декількох чинників; нижче приведені рекомендовані методи для різних видів реальних графіків навантаження [1-10]. Якщо еквівалентність двухступенчатого графіка викликає сумніви, слід зробити декілька допущень і прийняти графік з найбільшим запасом.

Графік навантаження з одним максимумом

В цьому випадку значення слід визначати так, як показано на рис. 4. Для ділянки графіка навантаження без максимуму значення навантаження K_1 визначають, як середнє значення навантаження без максимуму.

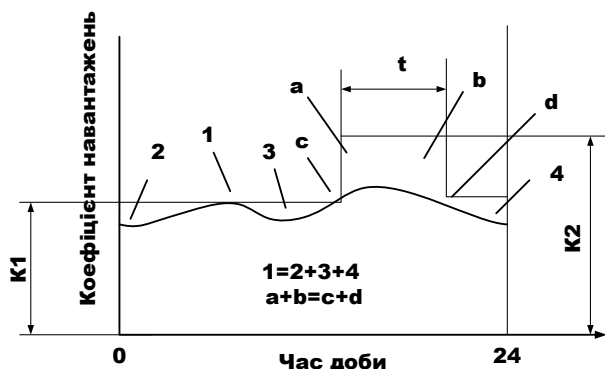


Рис. 4. Графік навантаження з одним максимумом

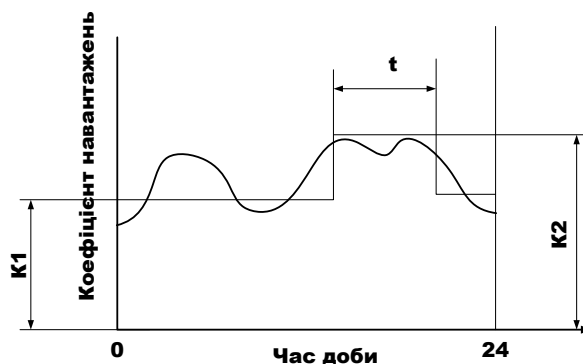


Рис. 5. Графік навантаження з двома максимумами рівної амплітуди і різної тривалості

Графік навантаження з двома максимумами рівної амплітуди, але різній тривалості

При двох максимумах приблизно рівної амплітуди, але різній тривалості, значення t визначають для максимуму більшої тривалості, а значення K_1 повинне відповідати середньому значенню частини навантаження, що залишилася. На рисунку 5 приведений приклад графіка такого навантаження.

Нормальне тривале навантаження

Коли струм навантаження протягом деякого часу істотно не змінюється, може розглядатися еквівалентний постійний струм навантаження. У таблиці дані допустимі значення коефіцієнта навантаження $K=K_{24}$ для тривалої роботи при різній навколишній температурі [1-10].

Нормальний циклічний режим навантаження

У стандартах приведені графіки допустимих навантажень для восьми значень температури: -25, -20, -10, 0, 10, 20, 30 і 40 °С, і для чотирьох категорій трансформаторів, а саме:

Таблиця 1

Нормальний циклічний режим навантаження

Навколишня температура °С		-25	-20	-10	0	10	20	30	40
Перевищення температури найбільш нагрітої точки °С		123	118	108	98	88	78	68	58
K_{24}	Розподільні трансформатори	ONAN	1,37	1,33	1,25	1,17	1,09	1,00	0,91 0,81
	Трансформатори середньої і більшої потужності	ON OF	1 13	1 10	1,22	1,12	1 08	110	0,92 0,82
		OD	1,31	1,28	1,21	1,14	1,08	1,00	0,92 0,83
			1,24	1,22	1,17	1,11	1,06	1,00	0,94 0,87

По графіках можна визначити допустиме навантаження K_2 при заданій тривалості t і такому початковому навантаженню K_1 , при яких втрата терміну

служби за день, місяць і т.д. не перевищить нормальної.

На рисунку 6-7 приведені графіки допустимого навантаження для температури охолоджуючого середовища $-20, 0 +20$ і $+40$ °С для всіх чотирьох категорій трансформаторів, вказаних вище.

Ці графіки можна також використовувати для вибору номінальної потужності трансформатора (з нормальним терміном служби) для заданого прямокутного графіка навантаження, визначуваного відношенням K_2/K_1 , за умови постійного значення прикладеної до трансформатора напруги. Для цього досить знайти точку перетину кривої, відповідній тривалості t навантаження K_2 і прямій постійного

нахилу K_2/K_1 яка може бути побудована по крапках, відповідних ординаті K_2 і абсцисі K_1 , і з'єднавши ці дві точки прямої (див. нижче приклад 2 і відповідний рисунок 7).

Приклад 1

Розподільний трансформатор потужністю 2,5 МВ·А з охолодженням ONAN. Початкове навантаження 1 МВ·А.

Необхідно визначити навантаження, допустиме для тривалості 2 години при навколишній температурі 20°С і незмінній напрузі мережі [1-10].

$$\Theta_A = 20^0 C$$

$$t = 2ч$$

$$K_1 = 0.5$$

З рисунку 6, а визначуваний $K_2 = 1,56$. Але граничним значенням згідно таблиці є $K_2 = 1,5$. Тому допустимим навантаженням протягом 2-го годинника буде 3 МВ·А. Потім навантаження знижується до 1,0 МВА.

Приклад 2

Розподільний трансформатор з системою охолодження ONAN при навколишній температурі $\Theta_A = 20$ °С. Потрібно отримати потужність 1750 кВА протягом 8 годин, а в інші 16 годин - 1000 кВА. Вважаючи напругу постійною, маємо:

$$K_2 / K_1 = 1750 / 1000 = 1.75$$

З графіка рисунок 7.5 для $t=8$ год визначуваний K_1 і K_2 , для яких:

$$K_2 / K_1 = 1.75$$

Отримуємо $K_2 = 1,15$ і $K_1 = 0,66$ (дивись рисунок 5). Звідси номінальна потужність повинна бути:

$$S_r = 1750 / 1.15 = 1000 / 0.66 = 1520 \text{кВ} \cdot \text{А}$$

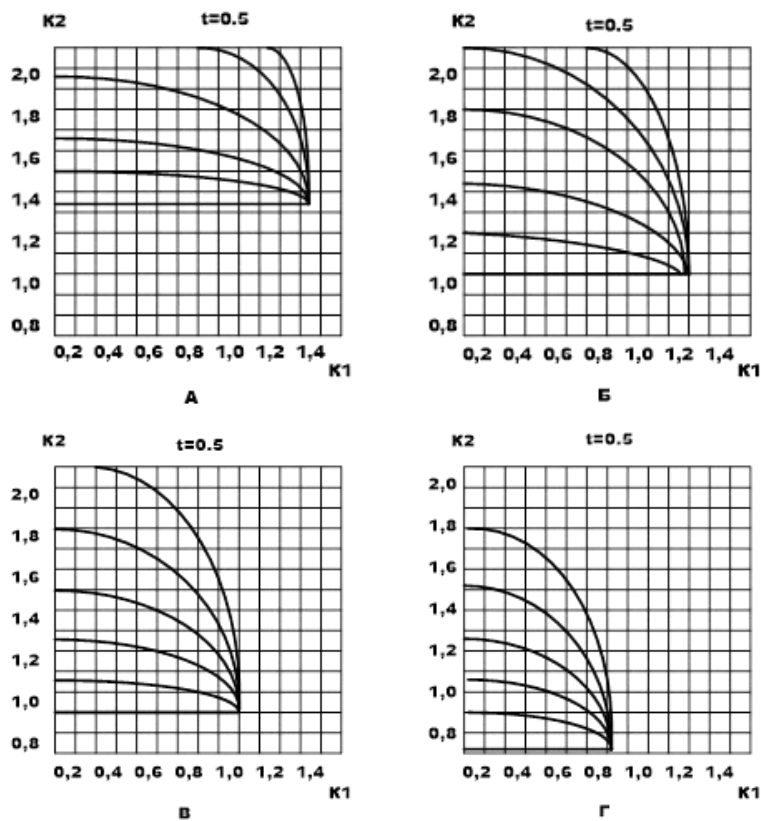


Рис. 6. Охолодження ON. Середні та великі трансформатори. Допустимі режими [1-10].

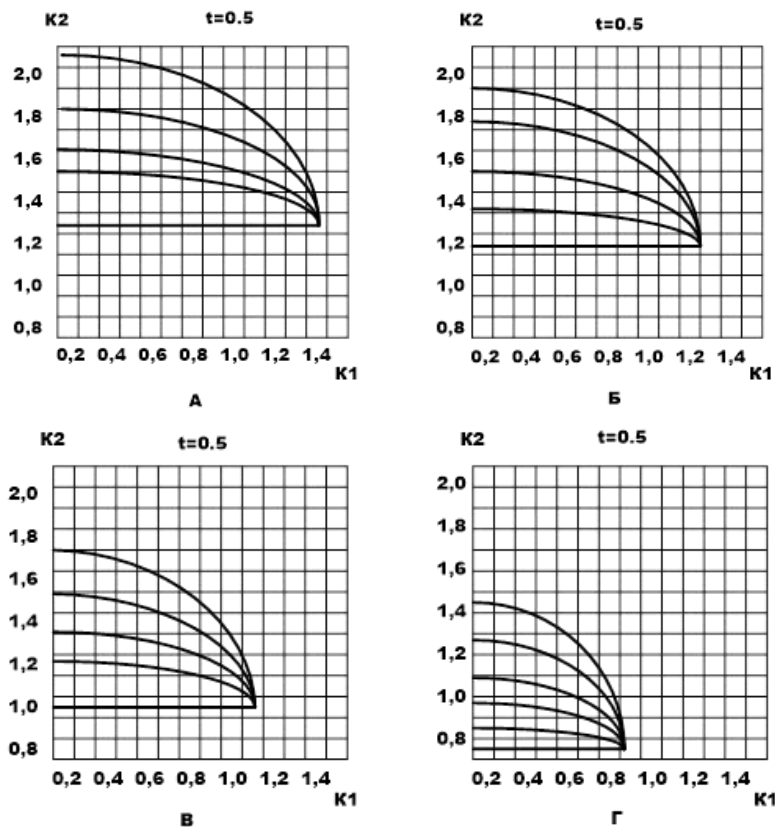


Рис. 7. Охолодження OF. Середні та великі трансформатори. Допустимі режими [1-10].

Аварійне циклічне навантаження
 У стандартах (МЕК 60354 (1991) і ГОС 14209-97) приведені значення аварійні

навантажень, при яких не перевищується допустима температура найбільш нагрітої точки, але може бути прискорене старіння ізоляції при характеристиках трансформаторів, приведених в таблиці [1-10].

Інформація приводиться в таблиці для 4 категорій трансформаторів при 6 значеннях часу t (від 0,5 до 24 годин)

ONAN - розподільні трансформатори

ON- трансформатори середньої і більшої потужності

OF - трансформатори середньої і великої потужності

OD ~ трансформатори середньої і великої потужності.

За допомогою цих таблиць може бути визначена допустимість що розглядається на навантаження (по температурі найбільш нагрітої точки) при заданих значеннях K_1 K_2 і втрату терміну служби в нормальних дня (тобто в еквівалентній добі роботи при номінальній потужності і температурі охолоджуючого середовища 20 °C).

Температура найбільш нагрітої точки і втрата терміну служби в таблицях розраховані для циклічного щоденного навантаження.

Якщо аварійне навантаження мало місце тільки один день, а в передуючі і подальші дні навантаження було нижче, то фактична втрата терміну служби буде менше рас ліченою але таблиці, і дані таблиці матимуть деякий запас по зносу ізоляції

Відносне скорочення терміну служби приводиться в таблицях з точністю до трьох знаків. Це полегшує побудову графіків і виконання інтерполяції за умови, що набутих значень будуть закруглені після закінчення розрахунків. У додатку А приведена одна з таких таблиць стандарту [1-10].

Висновок. Отже оцінка терміну служби силового трансформатора в умовах регулярного перевантаження є важливим завданням для забезпечення надійності та безпеки електропостачання. Під час аналізу встановлено, що систематичні перевантаження можуть істотно вплинути на термін служби трансформатора через підвищення температури, корозію ізоляційних матеріалів та інші механізми пошкодження.

За допомогою розробленої математичної моделі та зібраних даних було оцінено термін служби трансформатора. Результати аналізу показали, що залежно від тяжкості та тривалості перевантажень, термін служби трансформатора може зменшуватися за експоненціальним законом зношування.

Список використаної літератури

1. Матвійчук В. А. Рубаненко О. Є. Гунько І.О. Діагностування електрообладнання. Вінниця: ВНАУ. 2020. 138 с.

2. Денисюк С.П. Загальні підходи до побудови систем моніторингу силових трансформаторів з використанням стохастичних моделей / С.П. Денисюк, І.В. Притискач // Праці ІЕД НАНУ. – 2014. – Вип. 37. – С.62–68.

3. Денисюк С.П. Розробка системи онлайн моніторингу стану силових трансформаторів / С.П. Денисюк, М.Ф. Сопель, Ю.В. Пилипенко, І.В. Притискач // Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво». – 2014. – № 24. – С.92–103.

4. Денисюк С.П. Оцінювання стану в системах моніторингу силових трансформаторів тягових підстанцій / С.П. Денисюк, І.В. Притискач // Електрифікація транспорту. – 2014. – № 7. – С.13–20.
5. Папаїка Ю.А. Оцінка енергетичної ефективності систем електропостачання за допомогою індексу надійності / І.В. Жежеленко, Ю.А. Папаїка, О.Г. Лисенко // Гірнична електромеханіка та автоматика. – 2018. – № 100. – С. 25-30.
6. A. M. Sarwat, S. S. Venkata, "Estimation of Transformer Life Based on Overloading," IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 26, no. 1. 38-45, Jan. 2011.
7. V. S. Kodukula, "Evaluation of Transformer Life under Overloading Conditions," IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 18, no. 1. 172-177, Jan. 2003.
8. J. R. Matin, "Assessment of Transformer Life Considering Overload and Ambient Temperature," IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 16, no. 1. 97-102, Jan. 2001.
9. R. C. Dugan, S. R. Matsushima, "Transformer Life Assessment Considering Overload and Loading Type," IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 15, no. 3, pp. 1060-1065, Jul. 2000.
10. K. N. Sen, "Transformer Life Evaluation under Non-Sinusoidal Overloading Conditions," IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 20, no. 3, pp. 2038-2044, Jul. 2005.

НАПРЯМ

4

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ СУЧАСНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

Назар ГАЛЬОМКО¹,

Студент 2 курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОПТИМІЗАЦІЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ТА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПЛУГОВИХ ЛЕМЕШІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Анотація. У дослідженні розглянуто різні методи зміцнення лемешів для підвищення їх зносостійкості, зокрема наплавлення твердими сплавами та проведено огляд сучасних технологій. Аналіз представлених методів та результати досліджень дозволили визначити перспективи використання та оптимізації технологій виготовлення лемешів для підвищення їх ефективності у сільськогосподарській сфері.

Ключові слова: леміш, зносостійкість, зміцнення, технології, високоміцний чавун.

Annotation. The study considered various methods of strengthening plowshares to increase their wear resistance, in particular surfacing with hard alloys, and reviewed modern technologies. The analysis of the presented methods and research results made it possible to determine the prospects for the use and optimization of plowshare manufacturing technologies to increase their efficiency in the agricultural field.

Key words: ploughshare, wear resistance, strengthening, technologies, high-strength cast iron.

Вступ. Обробка ґрунту залишається найбільш енергоємною операцією в сільському господарстві, що поглинає до 40% всієї енергії, використовуваної в цій галузі. Хоча на ринку представлена широка гама сучасних комбінованих

¹Науковий керівник: Паладійчук Ю.Б. к.т.н, доцент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

машин для обробки ґрунту, традиційна оранка залишається найпоширенішою технологією, незважаючи на певні недоліки. Плуги мають низькі виробничі показники через обмежену тривалість служби лемешів, що є головною деталлю, що обмежує їх продуктивність [1-4].

Використання сталі Л53 для виготовлення долотоподібних лемешів є економічно обґрунтованим, однак самозаточувальні лемеші, хоч і є більш досконалими, мають високу вартість і складний процес виготовлення, що обмежує їх ефективність. Подальше удосконалення цих лемешів без революційних технологічних і матеріальних змін не приведе до значного підвищення їх ефективності [1-4].

Надійність і довговічність ґрунтообробних знарядь у сільському господарстві є проблемою сучасного машинобудування, яка вимагає застосування сучасних матеріалів і технологій [1,2].

Виклад основного матеріалу. Плужні лемеші виготовляються із сталі Л53 та 65Г, які містять такі складові: вміст вуглецю - від 0,6% до 0,66%; марганець - від 0,14% до 0,2%; кремній - від 0,7% до 1%.

Метод підвищення стійкості до зношування високовуглецевої сталі за допомогою легування детально досліджено А.Н. Розенбаумом [1,2]. У досліджах вивчався вплив кремнію, титану, ванадію та їх поєднання з марганцем на стійкість до зношування. Були досліджені такі типи сталей: 9ХС; І5Х6С; І5Х6ТІ; І5Х6Т2; І5Х6Ф1; І5Х6І8. В результаті досліджень прийшли до висновку, що стійкість до зношування сталей при абразивному зношуванні залежить від вмісту вуглецю, присутності карбідів у структурі та інших факторів. Кремній має позитивний вплив на стійкість до зношування сталей, але через низьку твердість кремнієві сталі не використовуються для виготовлення лемешів.

Хром утворює карбіди високої твердості, і зносостійкість збільшується швидше при вищому вмісті вуглецю у сталі [1-4]. Титан, ванадій і вольфрам також сприяють підвищенню зносостійкості. Рекомендується використовувати сталі з максимальним вмістом вуглецю при односторонньому загартуванні лемеша.

Введення легуючих елементів в сталь для лемешів може підвищити зносостійкість на 30-50%, збільшивши вміст вуглецю від 1,5 до 2%, кремнію від 6 до 12%, і з додаванням 1,5-2% хрому і ванадію. Однак це може призвести до значного підвищення вартості сталі, що у деяких випадках може бути економічно необґрунтовано [1-4].

Технологічний процес виготовлення сталевих лемешів складний як за кількістю операцій, так і за різноманітністю необхідного обладнання [2,3]. Для виробництва серійних лемешів часто застосовується спеціальна сталь Л53, яка отримується шляхом переділу розплавленого чавуну з додаванням легуючих елементів.

Після отримання злитків їх прокочують для надання спеціального профілю прокату, який подається до ковальсько-пресового виробництва для формування сталевих лемешів [3]. Після цього проводиться наплавлення леза за допомогою зносостійких сплавів.

Використання чавуну для виготовлення лемешів дозволяє виготовляти готові вироби за найбільш коротким циклом: від рідкого металу до готового виробу. Дослідження показали повну обґрунтованість виробництва лемеша з високоміцного чавуну. Вивчення застосування високоміцного чавуну для виготовлення лемешів проводилося в трьох напрямках [3,4]:

- Отримання тришарового лемеша з вибіленою поверхнею, вибіленим лезом і з в'язкою серцевиною у сирому (без відпалу) стані.
- Отримання лемеша з повним вибілюванням, наступним відпалом спинки і збереженням вибіленого леза.
- Отримання лемеша шляхом відпалу всієї вибіленої виливки з подальшим загартуванням леза.

У першому випадку було виготовлено зносостійку кірку, яка мала вибілений шар. Товщина кірки змінювалася від 1,0-1,5 мм у верхній частині до 3,0-3,5 мм у напрямку до леза, яке також мало наскрізний вибіл. Однак такий тришаровий чавунний леміш під час польових випробувань не виявив необхідної міцності та високої зносостійкості [3-5].

Отримання литого лемеша з вибіленим лезом та в'язкою серцевиною під час лиття у кокіль виявилось неможливим.

У другому випадку використовували виливки лемеша з наскрізним вибілюванням і наступним відпалом частини спинки, де відбувається кріплення лемеша [3-5]. У такому випадку місце кріплення стає в'язким, а робоча частина, тобто лезо, стає твердою та зносостійкою при раціональному використанні початкової твердості білої виливки. Проте, польові випробування показали низьку міцність таких лемешів.

Третій варіант передбачав використання виливок лемешів із суцільним вибілюванням, після чого термообробкою створювалася перлітна структура з наступним загартуванням леза.

Випробування цих лемешів показали задовільні результати [20]. Однак їх тонкий переріз і значна металоємкість роблять їх нетехнологічними деталями в ливарному відношенні [3-5]. Незважаючи на це, можливість конструктивних змін обмежена, оскільки леміш є стандартизованою і взаємозамінною деталлю. Таким чином, зміни в розмірах виконувалися лише з урахуванням вимог ливарної технології.

Для підвищення міцності лемешу надавали клиноподібну форму з ухилом 1,5 мм по довжині, а також вводили зміцнюючі ребра в найбільш навантаженому перерізі.

Кристалізація чавунних лемешів в металевій формі відбувається з сильним переохолодженням, при цьому в окремих частинах виливки (особливо у лезі) кристалізація завершується раніше, ніж в більш товстому перерізі, що може спричиняти утворення тріщин і неповне заповнення форми металом. Лемеші, виготовлені за цим методом, через їхню низьку міцність також не знайшли широкого застосування [3-5].

Для виготовлення лемешів використовувався чавун з таким хімічним складом: C=3,4-3,6%; Si=2,9-3,1%; Mn=0,4-0,6%; P до 0,15%; S до 0,1%. Модифікація проводилася 75% феросиліцієм у кількості 0,3% і магнієм у

кількості 0,15% до ваги рідкого металу; магній вводився в ківш в сталевих стаканчиках; плавка відбувалася в вагранці.

Для отримання лемешів з потрібною структурою та якістю проводилася термічна обробка за таким режимом: нагрів до 950 °С; витримка при цій температурі 2 години, а потім охолодження на повітрі [3-5].

Отримана перлітна структура була прийнята як вихідна для проведення гарту за режимом: нагрів в соляній ванні до 920-950 °С і охолодження в воді. Після цього проводився низький відпуск. Однак, вилівок лемешів за цією технологією не дозволяв отримувати кріпильні отвори в литті, що призводило до надривів і додаткової концентрації напружень.

Аналіз попередніх досліджень показав необхідність підвищення механічних властивостей високоміцного чавуну та вдосконалення технологічного процесу відливання лемешів з метою уникнення дефектів [3-5].

З метою збільшення зносостійкості при абразивному зношуванні лемешів фірма "Morgan Matrok" (Великобританія) розпочала випуск керамічних лемешів, термін служби яких перевищує сталеві в 12 разів, але вартість їх виготовлення є значною.

Під час експлуатації було виявлено недоліки цих лемешів, зокрема, вони проявляються утворенням відколів при динамічному навантаженні, що призводить до утворення тріщин [4].

Після аналізу матеріалів і технологій, що використовуються для виготовлення лемешів, можна зробити наступні висновки:

- Основними матеріалами для виготовлення лемешів є сталеві вуглецеві сплави, сталь і чавун. Для підвищення їх зносостійкості і міцності вони піддаються легуванню.

- Перспективною технологією виготовлення лемешів є їх лиття з високоміцного чавуну з подальшою термічною обробкою [4-6].

Основні застосовувані методи зміцнення лемешів наведені в таблиці 1.

Найпоширеніші методи зміцнення лемешів включають такі:

1. Застосування хромування.
2. Використання поверхневого загартовування.
3. Наплавлення чавуном на поверхню.
4. Застосування технології наплавлення "сормайтом".

Наплавлення чавуном і сормайтом виконувалися автогенним полум'ям, тоді як хромування проводилося за стандартною технологією. Для поверхневого гартування лемешів використовувалася профільна сталь Л53, і для цього застосовувався киснево-ацетиленовий пальник [4-6]. Загартована смуга розташовувалася вздовж ріжучої кромки лемеша шириною 70 мм, і твердість загартованої поверхні знаходилася в діапазоні від 65 до 67 HRC. Результати випробувань показали, що лемеші, які були поверхнево загартовані, демонстрували найкращі результати, а серед наплавлених найефективнішими виявилися ті, які були наплавлені сормайтом.

Методи зміцнення лемішів

Зміна хімічного складу і властивості матеріалу	Термічна обробка	Поверхнєве хіміко-термічне зміцнення	Наплавлення твердосплавними матеріалами
Додавання в матеріал і ін.	Загартування леміша	Цементация	Наплавлення з нагріванням СВЧ
	Загартування	Хромування	Автоматичне наплавлення зварювальним дротом під флюсом
	А) СВЧ	А) Гальванічне	Напівавтоматичне пластинчастим електродом під флюсом
	Б) Ізотермічна обробка	Б) Термодифузійне	Ручне наплавлення електричною дуговою з використанням порошкових наплавлювальних сумішей
	В) Зміцнення електроіскровим методом	В) Електролізне бромовання	Ручне наплавлення ацетилено-кисневим полум'ям

Для отримання лемішка з різною зносостійкістю на різних його частинах запропоновано різні режими термообробки. Наприклад, для лемешів, які працюють на суглинкових ґрунтах, рекомендується провести поверхнєве гартування смуги, паралельної обрізу, шириною 10-20 мм, а також досягти максимальної твердості на робочій поверхні леза, знизивши твердість на неробочій поверхні на 30-40 одиниць за шкалою HRC [4-6].

Це допоможе підвищити загальну зносостійкість лемешів. Для гартування розглядалася методика з використанням киснево-газових полум'я, доступна для використання в умовах індивідуального виробництва, оскільки не потребує складного обладнання та великої кількості електроенергії.

Загальний недолік стандартних долотоподібних лемешів – у низькій зносостійкості носка. Гартування носків самозагострювальних долотоподібних лемешів сприяє збільшенню терміну їх служби в 1,5-2 рази. Також були розглянуті раціональні області загартування носка леміша.

Вивчалася можливість підвищення довговічності лемешів шляхом поверхнєвого гартування леза струмами високої частоти, проте цей метод не виявився практично ефективним через не вигідне співвідношення між витратами і підвищенням зносостійкості, а також те, що термін служби лемешів збільшується лише до першого ремонту [4-6]. Проводилися дослідження щодо підвищення зносостійкості сталей шляхом застосування ізометричної обробки, яка забезпечує вищу зносостійкість у порівнянні зі звичайним загартуванням з подальшим відпуском.

Також було розглянуто метод точкового зміцнення, який полягає у макророзкрапленні твердого сплаву на швидкозношувані частини робочих органів ґрунтообробних машин. Цей метод дозволяє підвищити зносостійкість деталей та поліпшити умови різання ґрунту.

Інститутом електрозварювання ім. Патона розроблена автоматична лінія точкового зміцнення лемешів, з тактовим часом 22 секунди. Процес наплавлення повністю автоматизований [5].

Режими точкового зміцнення наведені в таблиці 2.

Електроіскрове зміцнення поверхонь здійснюється за допомогою віброконтактного зварювального апарату і електродів з твердих сплавів. Під час наплавлення елементи твердих сплавів насичують шар основного металу, що підвищує його зносостійкість. Зміцненням охоплюється лицева сторона леза на всіх лемешах. Однак лемеші, піддані такому зміцненню, були протестовані на різних типах ґрунту, і результати не були задовільними. Спостерігалось лише незначне збільшення терміну служби (не більше 20%), при цьому збільшувався тяговий опір плуга внаслідок злипання ґрунту зміцненими поверхнями лемешів.

Таблиця 2

Режими точкового зміцнення сталевих лемешів

Параметри точкового зміцнення	Режими		
	1	2	3
Зварювальний струм, А	450-750	450-750	450-750
Напруга дуги, В	46-65	46-65	46-65
Швидкість подачі проволочки, м/год.	45-72	120-500	70-100
Час, с	0,2-0,5	0,5-5	0,3-0,5
Відстань між деталлю і пальником, мм	27	-	-

Метод наплавлення твердими сплавами для підвищення зносостійкості лемешів отримав найбільше поширення [5,6]. З досліджень видно, що особливо широке застосування знайшло зміцнення леза сталевого лемешу наплавленням зносостійким сплавом, що створює біметалеве лезо. Проте важливе питання про оптимальне співвідношення твердості основного металу та напавленого шару потребує додаткових теоретичних та експериментальних досліджень.

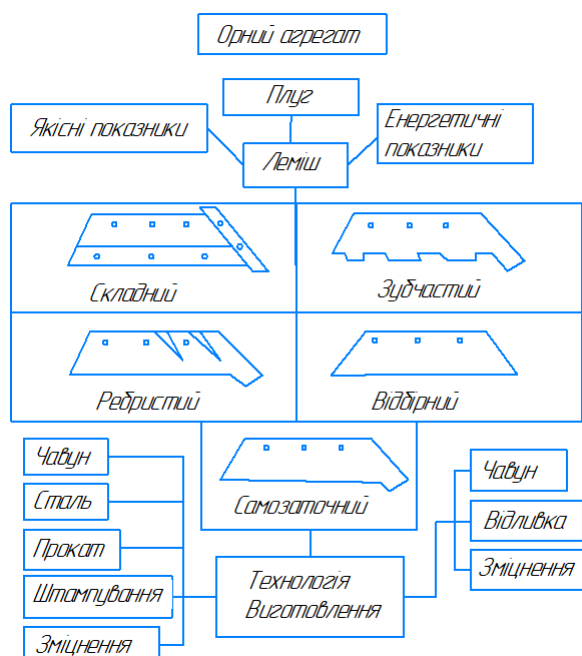


Рис 1. – Узагальнена схема результатів аналізу.

Наразі ведуться пошукові дослідження з підвищення зносостійкості леза лемеша через різні методи зміцнення, такі як переривчасте зміцнення лемеша зносостійкими сплавами електродуговим наплавленням або порошковим дротом [5].

Огляд науково-технічної літератури та аналіз сучасного стану використання лемешів у плугах загального призначення дозволяють зробити такі висновки [5,6]:

1. Стан лемешу корпусу плуга суттєво впливає на енергетичні та якісні показники обробки ґрунту, оскільки працездатність лемешу залежить від ступеня його зносу.

2. Використання самозагострювальних лемешів є ефективним способом підвищення їх працездатності.

3. Основними матеріалами для виготовлення лемешів є залізо-вуглецеві сплави, такі як сталь і чавун, що можуть бути покращені шляхом легування.

4. Перспективною методикою виробництва лемешів є їх формування з високоміцного чавуну та подальша термічна обробка.

5. Застосування сплаву "сормайт" для зміцнення сталевих лез стало широко поширеним, оскільки дозволяє отримати біметалеве лезо, проте оптимізація параметрів біметалевого лемеша вимагає додаткового теоретичного та експериментального дослідження.

Висновки. Загальний аналіз сучасних методів та технологій зміцнення лемешів для ґрунтообробних машин свідчить про постійний пошук оптимальних рішень для підвищення їх ефективності та тривалості служби. Різноманітність застосовуваних методів, від хромування та поверхневого загартування до наплавлення твердих сплавів, свідчить про широкий спектр досліджень у цій області. Перспективними технологіями є лиття з високоміцного чавуну та застосування сплаву "сормайт" для формування біметалевих лез. Однак, для оптимальних результатів, потрібно провести додаткові теоретичні та експериментальні дослідження для оптимізації параметрів та визначення оптимального співвідношення твердості основного металу та наплавленого шару. В цілому, подальший розвиток методів зміцнення лемешів має на меті підвищення їхньої ефективності та тривалості служби в умовах роботи на різних ґрунтах.

Список використаної літератури

1. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник / за ред. О.І. Сідашенко, О.А. Науменка. Харків: "Міськдрук", 2010. 744 с.

2. Паладійчук Ю.Б, Зінев М.В. Спеціалізовані ремонтні підприємства, стан і перспективи розвитку чи занепаду. *Сучасні проблеми землеробської механіки*: зб. наук. праць XVIII міжн. наук. конф. 16-18 жовтня 2017 р. Тернопіль: Крок, 2017. С. 240.

3. Технічний сервіс в АПК: навч. посіб. / Л.В. Швець, Ю.Б. Паладійчук, О.О. Труханська. Вінниця: ВНАУ, 2019. 648 с.

4. Непочатенко А. В. Вплив рівня зносу машинно-тракторного парку на основні результативні показники діяльності сільськогосподарських підприємств. *Економіка та управління АПК*. 2012. Вип. 9 (97). С. 9-12.

5. Сидорук О. В. Методика узгодження обслуговуючих і сервісних програм збирання ранніх зернових культур. *Механізація та електрифікація сільськогосподарського виробництва*. 2014. Вип. 99. С. 354-364.

6. Паладійчук Ю.Б., Мельник Ю.А. Відновлення ресурсу робочих органів ґрунтообробних машин нанесенням зносостійких покриттів. *Техніка та енергетика*. 2021. № 12 (4). С. 43-52.

Богдан ПЕРХАЙЛО²,

Студент 1-го курсу,

Інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет,

Вінниця, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ

***Анотація.** Математичне моделювання технологічних процесів є важливим інструментом у сучасній техніці та промисловості. Ця тема є основою для розробки, аналізу та оптимізації різних технологічних процесів, що відбуваються в основних галузях сучасної промисловості. Дане дослідження охоплює основні аспекти математичного моделювання в контексті технологічних процесів, включаючи використання різних математичних методів і прийомів, таких як диференціальні рівняння, стохастичне моделювання, оптимізація та аналіз даних. Особливий акцент робиться на застосуванні таких методів для вирішення конкретних проблем у виробничому середовищі, таких як підвищення ефективності процесів, зниження витрат і поліпшення якості продукції.*

***Ключові слова:** математичне моделювання, диференціальні рівняння, ідеальне витіснення, ідеальне зміщення, дифузійна модель, коміркова модель.*

***Annotation.** Mathematical modeling of technological processes is an important tool in modern engineering and industry. This topic is the basis for the development, analysis, and optimization of various technological processes occurring in the main branches of modern industry. This study covers the basic aspects of mathematical modeling in the context of technological processes, including the use of various mathematical methods and techniques such as differential equations,*

²Науковий керівник: Дубчак В.М., кандидат технічних наук, доцент кафедри математики, фізики та комп'ютерних технологій ВНАУ.

stochastic modeling, optimization, and data analysis. Particular emphasis is placed on the application of such methods to solve specific problems in a manufacturing environment, such as increasing process efficiency, reducing costs, and improving product quality.

Key words: *mathematical modeling, differential equations, ideal displacement, ideal displacement, diffusion model, cellular model.*

Вступ: Із визначення математичного моделювання технологічного процесу випливає, що це є саме побудова даного процесу або його складових з метою вирішення конкретних практичних задач, а саме:

- 1) розробка нових або вдосконалення існуючих технологічних процесів;
- 2) передбачення подальшого розвитку та показників цього процесу, й, звичайно, його результатів;
- 3) створення певних моделей, які представлятимуть технологічний процес або його окремі компоненти;
- 4) у процесі створення цих моделей обов'язкова візуалізація реальних процесів або явищ, пов'язаних з ним;
- 5) створення імітаційних моделей, які зможуть представити технологічний процес або його складові, і вони призначені для реклами, розваг, популярних телевізійних програм[1].

У промисловій практиці універсальним і поширеним є прагнення досягти цілей якомога швидше, а також невід'ємною частиною цього процесу є бажання зменшити можливі витрати до мінімуму.

Насправді, чітке формулювання цілей у кількісному вираженні, навіть так званих цільових функцій або критеріїв ефективності, викликає великі труднощі. Часто це пов'язано з одночасним вирішенням суперечливих завдань, наприклад, бажання збільшити видобування корисних компонентів водночас при зменшенні витрат коштів для їх переробки. Зміст поставленого завдання полягає в знаходженні екстремальних значень цільової функції. Якість корисних копалин, продуктивність їх видобування, витрати на матеріали – це все є аргументи цієї функції. Обов'язково потрібно враховувати той факт, що керуючі впливи можна змінювати лише в деяких межах. Але не варто забувати, що при створенні цієї системи можуть виникнути додаткові обмеження: складний алгоритм управління, обсяг використовуваної інформації тощо.

Оптимальне керування процесом можна розглядати як прийняття конкретних рішень у відповідь на мінливі обставини. Прийняття рішень передбачає вибір потрібного саме для нашої системи із усіх можливих. Якщо є дуже багато різних варіантів, то потрібно буде опрацювати більше інформації, бо необхідно розглянути кожен варіант, переглянути всі альтернативи й обрати найоптимальнішу – у цьому полягає складність опису загального завдання[4].

У процесі прийняття остаточних висновків із функцією роблять певні перетворення, прийнятні варіанти рішень – це є аргументи, а значення – це число, що представляє досягнення мети. Таким чином, завдання прийняття рішень зводиться до пошуку найбільш доцільного значення функції та аргументу, при якому можна досягнути максимального результату.

Побудувавши модель, яка буде відповідати усім нормам та вимогам, які в ході створення математичної моделі було розглянуто, можливо буде дізнатися багато корисної інформації про процес, який моделюють. Але у разі дослідження та складання складних технологічних систем, таку інформацію можна отримати лише у разі виконання всіх вказаних вище пунктів[1].

Виклад основного матеріалу: Теоретичні дослідження фізичних систем починаються з опрацювання і вивчення законів, які відображатимуть цінний досвід, отриманий в інших подібних системах. Використовують кінетику хімічних реакцій, рівняння балансу енергії та маси, закони великих чисел або маси тощо.

Деякі технологічні процеси важко задовільно описати в теоретичних моделях, заснованих на принципах фізичних явищ масопереносу і рівняннях балансу, через їхню складність і недостатню вивченість. У таких випадках для досягнення поставлених цілей можуть використовувати емпіричні методи побудови процесів. В їх основу закладено опис механізму технологічного процесу із використання початкових і кінцевих змінних, який можна зробити не заглиблюючись у його суть[3].

Математичні моделі можуть бути статичними " $y=f(x)$ " і кінетичними або динамічними " $y=f(x, t)$ ", тобто вони залежатимуть від часу. Моделі, отримані будь-яким методом, як правило, справедливі лише в певному діапазоні зміни Δx .

Типові моделі	Умовні позначення	Математичний опис	Характер відгука	
			Ступеневе збурення	Імпульсне збурення
Ідеального витіснення		$\frac{dc}{dt} = -v \frac{dc}{dx}$		
Ідеального зміщення		$\frac{dc}{dt} = \frac{V_2}{V} (c_0 - c)$		
Дифузійні однопараметричні двупараметричні		$\frac{dc}{dt} = -v \frac{dc}{dx} + D_L \frac{d^2c}{dx^2}$ $\frac{dc}{dt} = -v \frac{dc}{dx} + D_L \frac{d^2c}{dx^2} + \frac{D_L}{R} \frac{\partial}{\partial R} \left(c \frac{\partial c}{\partial R} \right)$		
Коміркова		$\frac{1}{n} \frac{dc}{dt} = \tau_i (c_{i-1} - c_i)$		

Рис. 1 Основні математичні моделі технологічних процесів

Розглянемо модель ідеального витіснення. Вона представляється поршневым потоком з рівномірним розподілом речовин (концентрація, температура) перпендикулярно до потоку і без перемішування вздовж потоку[2].

Рівняння моделі можуть бути виведені з наступних міркувань. Зміна в часі концентрації речовини c в об'ємі ΔV в області $[x, x + \Delta x]$, коли швидкість

потоків постійна ($v = \text{const}$), $\Delta x \rightarrow 0$ і концентрація речовини зменшується (тому символ "-"), дорівнює наступному виразу:

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = -v \frac{c_x - c_{x+\Delta x}}{(x+\Delta x) - x} = -v \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta c}{\Delta x}. \quad (1)$$

Звертаючись до похідних у правій частині, маємо

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = -v \frac{\partial c}{\partial x}, \quad (2)$$

де c - концентрація речовини (кг/м³), τ - час (с), v - швидкість потоку (м/с) й x - координата (м).

Дана модель, в якій параметри розподілені, оскільки концентрація c (τ , x) залежить від часу і положення в просторі, широко застосовується у харчових технологіях для опису пристроїв (наприклад, трубчастих теплообмінників), які працюють саме за цим технологічним процесом. Використання цієї моделі виправдане, коли відношення довжини до діаметру труби більше 20, а число Рейнольдса (Re) більше 2300. За рахунок вищезазначених умов поздовжнє перемішування є незначним, а турбулентний рух забезпечуватиме рівномірний розподіл концентрації по всьому перерізу апарату. Найбільшими перевагами використаної моделі є простота розв'язку і можливість визначення параметрів моделі в реальних умовах[4].

Модель ідеального зсуву (перемішування) базується на припущенні, що повне (ідеальне) перемішування частинок середовища призводить до миттєвого розподілу потоку в апараті по всьому об'єму апарату, тобто $c_{\text{вх}} = c_{\text{вих}} = c$ [2]. Математичний опис цієї моделі можна отримати, виходячи з наступних припущень У стаціонарному режимі, коли $c_{\text{вх}} = \text{const}$ і об'ємна витрата речовини дорівнює: $v_{\text{вх}} = v = v_c$ і за рахунок цього речовина в апараті не накопичуватиметься[2]. У випадку зміни концентрації речовини на вході, зміна маси в об'ємі V визначатиметься з наступної залежності

$$\frac{dM}{d\tau} = G_{\text{вх}} - G_{\text{вих}}, \quad (3)$$

де $M = cV$ — маса речовини в апараті (кг); V — об'єм апарату (м³); $G_{\text{вх}}$, $G_{\text{вих}}$ — потоки речовини на вході й виході (кг/с); v_c — об'ємна витрата потоку (м²/с). Врахувавши наведені співвідношення можна записати таке рівняння:

$$V \frac{\partial c}{\partial \tau} = v_{c_{\text{вх}}} c - v_{c_{\text{вих}}} c, \quad (4)$$

а якщо потоки на вході і виході рівні, то

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = \frac{v_c}{V} (c_{\text{вх}} - c_{\text{вих}}). \quad (5)$$

Відношення v_c/V характеризує середнє значення часу, протягом якого частки знаходяться в апараті.

Ідеальна модель змішування - це модель, в якій параметри є інтенсивними, оскільки ключові змінні змінюються лише в часі. Прикладами даних моделей є процеси, які проходять в різних машинах й обладнанні (наприклад, змішувачі, завантажувальне обладнання, обладнання псевдозрідженого шару, процеси приготування сумішей і розчинів) в умовах інтенсивного змішування[2].

В основі однопараметричної дифузійної моделі є дуже складна модель ідеального витіснення зворотного перемішування. Коефіцієнт турбулентної дифузії або коефіцієнт поздовжнього перемішування D_L , м²/с, що визначаються з

експериментів є параметрами нашої моделі[2]. Її розроблено в припущенні, що зміна концентрації субстрату є неперервною функцією координат. Концентрація речовини в заданому перерізі постійна, але по довжині і перерізу не змінюватиметься об'ємна витрата і коефіцієнт поздовжнього перемішування. За цих припущень модель описується наступними диференціальними рівняннями:

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = -v \frac{\partial c}{\partial x} + D_L \frac{\partial^2 c}{\partial x^2}. \quad (6)$$

Двопараметрична дифузійна модель завжди враховуватиме перемішування в двох напрямках – поздовжньому й радіальному:

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = -v \frac{\partial c}{\partial x} + D_L \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{D_R}{R} \frac{\partial}{\partial R} \left(R \frac{\partial c}{\partial R} \right), \quad (7)$$

де D_R — коефіцієнт поперечного перемішування (m^2/c); R — лінійний розмір, що характеризує поперечний переріз (m).

При цьому такі коефіцієнти як D_L й D_R не будуть змінюватися по довжині й перетину, а швидкість потоку v буде постійною.

Далі розглянемо комірчану модель технологічного процесу. Вона складається з ряду комірок, які розташовані послідовно, без перемішування між комірками[2]. Кожна комірка є повністю змішаною моделлю. Кількість комірок буде параметром, що характеризуватиме модель. Математичний опис коміркової моделі включає наступні лінійні диференціальні рівняння першого порядку:

$$\frac{1}{n} \frac{\partial c}{\partial \tau} = \frac{1}{\tau_i} (c_i - c_{i-1}); \text{ при } i = 1, 2, \dots, n, \quad (8)$$

де τ_i — час перебування в i -й комірці (c); c_i — концентрація в $(i-1)$ -ій й i -й комірках (kg/m^3).

Співвідношення $n = vl/2D_L$ пов'язує в собі число комірок n і коефіцієнт турбулентної дифузії, якщо $n > 10$, а l — визначальний лінійний розмір.

Якщо $n = 1$, то комірочна модель перейде у модель ідеального перемішування, а при $n \rightarrow \infty$ — у модель ідеального витіснення.

Часто зручнішим є опис досліджуваного методу у вигляді передаточних функцій. Для цього потрібно записати операторне рівняння, що відповідатиме моделі ідеального перемішування

$$p c_{\text{вих}}(p) = \frac{1}{\tau} [c_{\text{вх}}(p) - c_{\text{вих}}(p)], \quad (9)$$

або ж

$$W(p) = \frac{c_{\text{вих}}(p)}{c_{\text{вх}}(p)} = \frac{1}{\tau p + 1}. \quad (10)$$

У технологічних об'єктах відношення об'єму апарата до об'ємної витрати V/v_c визначається як постійна часу, тобто T становитиме умовний час зміни вихідної величини від початкового до нового сталого значення у випадку, якби зміна відбувалася з постійною й максимальною швидкістю для даного процесу[2].

Постійна часу відповідатиме середньому часу перебування часток в апараті. Тоді останнє рівняння можна записати в такому вигляді

$$W(p) = \frac{1}{\tau p + 1}. \quad (11)$$

У даному випадку легко встановити, що модель ідеального перемішування є інерційною ланкою. Передаточна функція комірчаної матиме вигляд

$$W_n(p) = \prod_{i=1}^n W_i(p) = \frac{1}{(\tau_p + 1)^n} \quad (12)$$

Висновок: Математичне моделювання технологічних процесів стало невід'ємним інструментом для вирішення складних інженерних завдань у сучасному промисловому середовищі. Розробки в цій науковій дисципліні не тільки дозволяють краще зрозуміти і передбачити поведінку технічних систем, але й оптимізувати та вдосконалити їх з метою підвищення ефективності виробництва, зниження витрат і забезпечення високої якості продукції. Застосування різних математичних методів і прийомів, таких як: ідеальне зміщення, ідеальне витіснення, коміркова та дифузійна моделі можна використовувати для вирішення широкого кола завдань у різних галузях промисловості.

Список використаної літератури

1. Математичне моделювання технологічних процесів: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B5_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%96%D0%B2 (дата звернення 10.03.2024).
2. Типові математичні моделі технологічних процесів: веб-сайт. URL: <https://studfile.net/preview/9165898/page:2/> (дата звернення 11.03.2024)
3. Матвійчук В.А., Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А. Математичне моделювання новітніх технологічних систем: монографія. Вінниця. ВНАУ. 2021. 193 с. (дата звернення 15.03.2024).
4. Марценюк О.С., Мисюра Т.Г., Попова Н.В. Особливості моделювання складних технологічних систем у харчових технологіях. *Процеси і апарати харчових виробництв*: наукові праці. 2018. Том 24. № 3. С. 122-131 (дата звернення 20.03.2024).
5. Вислоух С.П., Волошко О.В. Математичне моделювання параметрів технологічних процесів механічної обробки деталей приладів. *Високоєфективні технологічні процеси в приладобудуванні*: методичний посібник. 2005. Вип. 29. С. 63-67 (дата звернення 25.03.2024).
6. Дубчак В.М., Пришляк Н.В. Застосування математичного апарату при вирішенні економічних задач. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*: збірник наукових праць. Вінниця. 2019. № 6. С. 83-91 (дата звернення 25.03.2024).

Анатолій ТИЩЕНКО³,
Студент 3-го курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЕРГОНОМІКА СУЧАСНОГО ТРАКТОРА

Анотація. *Стаття розглядає важливі аспекти ергономіки сучасних тракторів, зосереджуючись на забезпеченні комфорту та безпеки оператора. Аналізуються основні проблеми, що виникають при використанні тракторів, і пропонують практичні рішення для покращення ергономіки. Висвітлено важливість збалансованого підходу між функціональністю та зручністю в умовах сільськогосподарської діяльності.*

Ключові слова: *трактор, дизайн, ергономіка, техніка, контрольно-вимірjuвальний пристрій.*

Annotation. *The article discusses important aspects of the ergonomics of modern tractors, focusing on ensuring operator comfort and safety. The main problems that arise when using tractors are analyzed and practical solutions for improving ergonomics are proposed. The importance of a balanced approach between functionality and convenience in agricultural operations is highlighted.*

Keywords: *tractor, design, ergonomics, equipment, control and measuring device.*

Вступ. В сучасному аграрному секторі ефективне використання тракторів залежить не лише від їх технічних характеристик, а й від ергономічності. Ергономіка трактора визначає комфорт та безпеку для операторів, що впливає на їхню продуктивність та здоров'я. Комфортність при використанні сільськогосподарської техніки значною мірою визначається рівнем її ергономічності. При цьому конструкція машини повинна відповідати гігієнічним вимогам щодо підтримки факторів робочого середовища на рівні нормативів, однаково забезпечувати для будь-якої людини, яка взаємодіє з цим видом сільськогосподарської техніки, зручну посадку для здійснення робочих процесів, зменшення фізичного та психологічного навантаження, а також спростити знайомство та освоєння для користувача, використовуючи можливості ергономіки.

Виклад основного змісту. Розвиток ергономічних принципів у конструюванні тракторів. Він є важливим аспектом сучасної сільськогосподарської техніки. Ергономіка – це наука, яка досліджує взаємодію між людиною та об'єктами її оточення з метою покращення ефективності, комфорту та безпеки. В контексті конструювання тракторів ергономічні принципи впливають на дизайн кабіни оператора, розташування та доступність

³Науковий керівник: Рябошапка В.Б. к.т.н., ст. викладач кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

елементів керування, зручність сидіння, оглядовість та інші аспекти, що впливають на робоче середовище оператора. Давайте розглянемо основні етапи розвитку ергономічних принципів у конструюванні тракторів [1].

Початковий етап (початок 20 століття) На початку етапу розвитку тракторів в основному зверталася увага на технічні характеристики і потужність машини. Ергономіка не була пріоритетом, і кабіни операторів були простими та незручними. Оператори знаходилися у відносно невеликих просторах, з мінімальною оглядовістю та обмеженим доступом до елементів керування (рис.1).

Зростання уваги до ергономіки (пізніше 20 століття) У другій половині 20 століття почалося зростання уваги до проблем ергономіки в сільському господарстві. Конструктори стали враховувати потреби операторів та працювати над поліпшенням комфорту та безпеки. Кабіни почали збільшуватися у розмірі, з'являлися вікна для кращої оглядовості, а також регульовані сидіння та кермо для підгонки під розміри оператора.

Сучасний етап (21 століття) Сучасні трактори виготовляються з врахуванням суворих ергономічних вимог. Кабіни стали просторими, забезпечуючи зручне розташування оператора та оптимальну оглядовість. Керувальні елементи зосереджені таким чином, щоб зменшити виснаження оператора та зробити управління більш ефективним. Такі технології, як gps та автоматичне керування, також допомагають оптимізувати робочий процес та зменшувати навантаження на оператора(рис. 2).



Рисунок 1. – Кабіна трактора МТЗ – 80



Рисунок 2. – Кабіна трактора Claas 950 AXION

Проблеми ергономіки сучасних тракторів. Проблем ергономіки сучасних тракторів є чимало, але основні з них, котрі зустрічаються найчастіше – це: недоліки у розташуванні та доступності керування, проблеми з сидінням та візуальним контактом оператора, та вплив вібрацій на комфорт та здоров'я оператора [2].

Людина може відчувати вібрацію у діапазоні частот від частки герца до 8000 Гц. Вібрація зі ще вищою частотою сприймається як теплове відчуття. При підвищенні частоти коливань до 16 Гц вібрація супроводжується появою

шуму. Шкідливі наслідки вібрації зростають зі збільшенням швидкості машин та механізмів, оскільки енергія коливального процесу зростає пропорційно квадрату частоти коливань (або частоти обертання вала машини). За способом передавання на людину відрізняють загальну та локальну вібрації. Загальна вібрація передається через опорні поверхні (ступні ніг або сидниці) на тіло людини, яка сидить або стоїть. Локальна вібрація передається через руки людини.

Організм людини є особливо чутливим до вертикальних струсів, коли людина стоїть і коливання поширюються від ніг до голови. Залежно від тривалості, інтенсивності дії, частоти, а також умов праці вібрація спричиняє стійкі патологічні зміни в нервовій системі (порушення процесів збудження та гальмування), опорно-руховому апараті (деформація суглобів, втрата сили м'язів) та кровоносній системі (звуження або розширення периферійних судин). (рис.3)

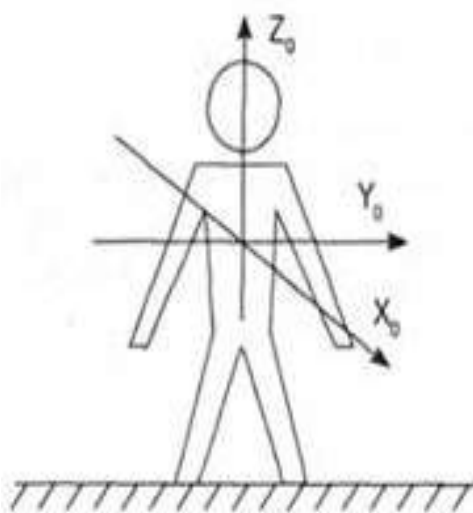


Рис 3. – Напрямки координатних осей загальної вібрації

Особливо небезпечними для людини є коливання з частотою 4-8 Гц, що збігаються з власною частотою коливань ряду внутрішніх органів, які пружно закріплені на скелеті (серце, печінка, нирки та ін.), і близько 30 Гц (частота власних коливань тіла людини). Найбільш шкідливим для людини є одночасний вплив вібрації, шуму та низької температури, а оскільки у виробничих умовах шум та вібрація є супутниками, то їхній спільний вплив може призвести до професійного захворювання - віброшумової хвороби. Ця хвороба тяжко піддається лікуванню і може стати причиною інвалідності.

Сучасні технології та рішення для вдосконалення ергономіки. Однією з важливих інновацій у використанні інформаційних технологій у сільському господарстві є впровадження тракторів, обладнаних системами з використанням геодезичних навігаційних супутникових систем (GNSS), таких як система JPS (John Deere Positioning System). Однією з основних переваг використання тракторів JPS є можливість автоматичної навігації. Завдяки GNSS та системі JPS трактор може самостійно керувати своєю рухом на полі,

дотримуючись заданих маршрутів і робочих шляхів. Це зменшує навантаження на оператора та дозволяє ефективно використовувати робочий час[3].

Розвиток сучасних систем поливу та дозування добрив. Інформаційні технології дозволяють вдосконалити системи зрошення та дозування добрив. Автоматизовані системи поливу на основі даних з метеостанцій можуть враховувати прогноз погоди, що дозволяє ефективно розподіляти водні ресурси. Точне дозування добрив забезпечує оптимальне живлення рослин, що призводить до збільшення врожаю та зниження зайвих витрат.

Розробка комфортного та ергономічного кабінного простору у сучасних тракторах є ключовим аспектом у сільському господарстві. Кабіна трактора - це робоче місце оператора, де він проводить значну частину робочого часу. Оптимізація цього простору забезпечує зручність, безпеку та ефективність роботи оператора. Розглянемо основні аспекти розробки комфортного та ергономічного кабінного простору у сучасних тракторах.

Ергономічний дизайн кабіни. Сучасні кабіни тракторів розробляються з урахуванням принципів ергономіки. Це означає, що розміщення керувальних елементів, сидіння та інших компонентів оптимізоване для максимального комфорту та зручності для оператора. Наприклад, регульовані сидіння забезпечують можливість підгонки під розмір та побажання оператора, що дозволяє уникнути втоми та дискомфорту під час тривалої роботи.

Конструкція та матеріали. Сучасні кабіни виготовляються з використанням високоякісних матеріалів, таких як сталеві сплави, алюміній та пластик. Це забезпечує необхідну міцність та довговічність конструкції, а також зменшує вагу трактора, що може позитивно впливати на його ефективність та паливну економію.

Оглядовість. Важливим аспектом ергономічного кабінного простору є забезпечення оптимальної оглядовості для оператора. Широкі вікна та правильне розташування дзеркал дозволяють оператору максимально контролювати навколишнє середовище, що підвищує безпеку роботи та допомагає уникнути нещасних випадків.

Комфорт та зручність. Сучасні кабіни тракторів оснащені різноманітними зручностями, які забезпечують комфорт оператора. Це може включати в себе кондиціонери, підігрів сидінь, аудіосистеми та інші опції. Забезпечення комфортного робочого середовища сприяє підвищенню продуктивності та задоволенню від роботи.

Технологічні інновації. Сучасні трактори також оснащені різноманітними технологічними інноваціями, які полегшують роботу оператора та забезпечують більшу ефективність виконання сільськогосподарських робіт. Це може бути автоматичне керування, системи GPS для навігації, а також моніторинг та діагностика стану машини.

Ефективність та безпека роботи оператора. Раціональність, ефективність та безпечність дій оператора суттєво залежать від ергономічних параметрів його робочого місця. Тому стійкою тенденцією розвитку конструкції тракторів є поліпшення умов праці оператора завдяки підвищенню рівня відповідності

робочого місця психологічним і фізіологічним можливостям людини, тобто комфортабельність та зручність.

Пости керування тракторів середньої та великої потужності обладнані кабінами, які здебільшого закріплені на 4-х опорах із застосуванням сайлентблоків і амортизаторів, що певною мірою поглинають вертикальні та поперечні коливання. Також пости керування оснащують електрогідравлічною системою, яка дає змогу оператору змінювати жорсткість підвіски за допомогою регулятора в кабіні, а також триточковою підвіскою (наприклад Fendt) із пневматичними опорними елементами та вбудованою системою автоматичного вирівнювання[4].

Велика площа застосування кабіни між вузькими несучими стійками забезпечує оператору панорамний огляд. Кабіни просторі (об'єм у межах 3 м³) та мають належну звукоізоляцію (шум на рівні 72 дБА).

У деяких конструкціях передбачено підігрівання дзеркала заднього огляду та заднього скла. Є модифікації (наприклад Fendt серії 900), де оператору для спостереження за агрегатованою позаду машиною (знаряддям) не потрібно обертатися – задіяна відеокамера.

Психофізіологічний стан і, зрештою, здоров'я оператора у процесі керування машинним агрегатом залежать і від мікроклімату (температури, вологості та руху повітря) на робочому місці. Тому параметри повітря в кабіні трактора регулюються за допомогою вентиляційної установки чи кондиціонера, або завдяки системі клімат-контролю. Велика кількість вентиляційних дефлекторів у різних місцях кабіни забезпечує належне розподілення повітря: запобігає протягам та конденсації вологи на склі («потінню»). Перемикачу вентилятора, окрім трьох різних частот обертання, властива ще функція очищення (для швидкого витіснення теплого повітря з кабіни).

У кабінах сучасних тракторів передбачені й такі елементи інтер'єру, як ємність (може бути охолоджуваною) для продуктів і підставка для кухля. Для можливості ефективного використання трактора в умовах тривалих низьких температур встановлюють (наприклад у тракторах Massey Ferguson) систему запобігання обледенінню.

Під час роботи машинного агрегату оператор перебуває в кабіні трактора в позі, обумовленій, окрім конструкції сидіння, обмеженим простором, розташуванням органів керування й інформаційного табло, особливостями оглядовості. Тривалість сидячої пози та обмежена рухова активність викликають специфічну втому оператора, знижують його працездатність і можуть спровокувати певні захворювання. Тому великої уваги заслуговує конструкція сидіння: посадкове місце (подушка сидіння, спинка, підлокітники), механізми регулювання положення сидіння, підвіска й наявність паса безпеки. Матеріал для посадкового місця має бути нетоксичним, морозостійким, вологонепроникним та не піддаватися електризації.

У більшості сучасних конструкцій кабіни сидіння розташоване на пневмопідвісці (з регульованою жорсткістю), з можливістю пересування в поздовжньому й поперечному напрямках та повертання ліворуч/праворуч на кут до 20°, тобто посадкове місце підлаштовується відповідно до зросту й

маси людини. Також є модифікації з підігрівом сидіння. Оригінальність крісла Auto Comfort (на тракторах New Holland) – комп'ютерне керування: демпфер підвіски максимально зменшує поштовхи, отримуючи інформацію від датчиків про нерівності поверхні руху (в'язкість робочої рідини змінюється за декілька мілісекунд залежно від характеристик діючого на неї електромагнітного поля).

Перспективи подальших досліджень та розвитку. Перспективи подальших досліджень та розвитку ергономіки тракторів включають в себе ряд напрямків, спрямованих на поліпшення комфорту, безпеки та ефективності роботи операторів сільськогосподарської техніки. Розглянемо деякі ключові аспекти, які можуть бути предметом майбутніх досліджень та інновацій у цій області.

Ергономічні технології. З впровадженням сучасних технологій, таких як штучний інтелект та інтернет речей (IoT), відкриваються нові можливості для розвитку ергономіки тракторів. Розробка інтелектуальних систем моніторингу здоров'я та стану оператора може допомогти виявляти та уникати фізичного та психологічного перевантаження під час тривалої роботи. Крім того, автоматизація деяких функцій керування трактором за допомогою штучного інтелекту може знизити навантаження на оператора та покращити точність виконання робіт[5].

Адаптивний дизайн. Розвиток адаптивного дизайну кабін тракторів дозволить створювати простори, які забезпечують оптимальний комфорт для широкого спектру операторів з різними фізичними можливостями та потребами. Регульовані сидіння, кермо, педалі та інші елементи керування будуть адаптуватися до конкретних характеристик кожного оператора, забезпечуючи максимальний комфорт та ефективність (рис. 4, 5, 6)



Рис 4. – Дизайн кабін трактора CASE



Рис 5. – Дизайн кабіни трактора Claas



Рис 6. – Дизайн кабіни трактора John Deere

Використання віртуальної реальності (VR) та аугментованої реальності (AR). Технології віртуальної та аугментованої реальності можуть бути використані для моделювання та візуалізації дизайну кабін та робочого середовища тракторів. Це дозволить інженерам та дизайнерам взаємодіяти з прототипами та здійснювати зміни у реальному часі, що сприятиме більш швидкому та ефективному розвитку ергономічних рішень.

Урахування психологічних аспектів. Дослідження психологічних аспектів впливу робочого середовища на емоційний стан та психічне здоров'я операторів може допомогти вдосконалити дизайн кабін та робочих місць. Розробка стратегій для зменшення стресу та підвищення концентрації під час роботи може позитивно позначитися на продуктивності та безпеці виробництва.

Системи допомоги та автоматизації. Подальший розвиток систем допомоги та автоматизації, таких як системи автопілоту, автоматичного керування та моніторингу, спрямований на зменшення навантаження на оператора та підвищення продуктивності роботи. Ці системи також можуть допомогти у виявленні та уникненні потенційно небезпечних ситуацій на полі.

Подальші дослідження та розвиток ергономіки тракторів відіграють важливу роль у покращенні умов праці операторів та підвищенні ефективності сільськогосподарських робіт. Шляхом впровадження новітніх технологій та наукових відкриттів, вдається розробляти інноваційні рішення, спрямовані на забезпечення максимального комфорту, безпеки та ефективності в роботі на трактора.

Висновок. У висновку хочу підкреслити важливість розвитку ергономічних принципів у конструюванні тракторів для забезпечення комфорту, безпеки та ефективності роботи операторів. Зазначається, що сучасні технології та інновації сприяють покращенню умов праці та мають потенціал для подальшого розвитку. Висновок закликає до подальших досліджень та вдосконалення ергономічних аспектів тракторів з метою підвищення якості життя операторів та підвищення ефективності виробництва в аграрному секторі.

Список використаної літератури

1. Розвиток ергономічних принципів у конструюванні тракторів. КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ: веб-сайт. URL: <https://dglib.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/f7b0487e-69a9-4570-91da-81de514bbf39/content> (дата звернення 15.03.2024).
2. Проблеми ергономіки сучасних тракторів. Особливості вібрації, вплив на людину, нормування, захист від вібрації: веб-сайт. URL: https://pidru4niki.com/12210605/bzhd/osoblivosti_vibratsiyi_vpliv_lyudinu_normuvannya_zahist_vid_vibratsiyi (Дата звернення 15.03.2024)
3. Сучасні технології та рішення для вдосконалення ергономіки. Інформаційні технології, та сільське господарство: веб-сайт. URL: <http://188.190.43.194:7980/jspsui/bitstream/123456789/12483/1/EBЕСП-23-416-418.pdf> (Дата звернення 15.03.2024)
4. Ефективність та безпека роботи оператора. Пост керування сучасного трактора: ергономічність, функціональність, комфорт: веб-сайт. URL: <https://agroexpert.ua/post-keruvannia-suchasnoho-traktora-erhonomichnist-funktionalnist-komfort/> (Дата звернення 15.03.2024)
5. Claas AXION. Трактори AXION 960 950, 940, 930, 920: веб-сайт. URL: https://www.claas.bg/blueprint/servlet/resource/blob/2029086/2b0aa81607c2153b9ff53055f4d2f1fa/380485_23-dataRaw.pdf (Дата звернення 15.03.2024)

Марина ШИНКАРУК⁴,
студентка 3 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПІСЛЯВОЄННА ІНТЕГРАЦІЯ УЧАСНИКІВ БОЙОВИХ ДІЙ ДО ЦИВІЛЬНОГО ЖИТТЯ – ЦЕ ЗАДЕКЛАРОВАНЕ ПРАВО КОЖНОЇ ЛЮДИНИ ТА ОБОВ'ЯЗОК УКРАЇНСЬКОГО СУСПІЛЬСТВА

***Анотація.** Повернення учасників бойових дій до мирного життя після завершення конфлікту є основоположним правом кожної людини, підкресленим етичними зобов'язаннями українського суспільства. У цій публікації обговорюється необхідність забезпечення плавного переходу ветеранів з поля бою до цивільного життя, підкреслюючи гідність і цінність, притаманну кожній людині. Поєднуючи етичні норми, правові принципи та емпіричні дані, ця робота досліджує багатогранні виклики, з якими стикаються солдати, що повертаються, та обов'язки соціальних інституцій щодо реагування на них.*

***Ключові слова:** «Бойові дії», «Україна під час війни», воїни ЗСУ, ветерани війни, «Захист прав ветеранів».*

***Annotation.** The return of combatants to civilian life after a conflict is a fundamental right of every human being, underlined by the ethical obligations of Ukrainian society. This publication discusses the need to ensure a smooth transition of veterans from the battlefield to civilian life, emphasizing the inherent dignity and value of each individual. By combining ethical norms, legal principles and empirical evidence, this paper explores the multifaceted challenges faced by returning soldiers and the responsibilities of social institutions to respond to them.*

***Key words:** «Combat operations», «Ukraine during the war», soldiers of the Armed Forces of Ukraine, war veterans, «Protection of veterans' rights».*

***Вступ.** Після завершення збройних конфліктів перехід від поля бою до мирного життя є серйозним викликом для учасників бойових дій, що характеризується складною взаємодією фізичних, психологічних та соціально-економічних факторів. В основі дискурсу про права людини лежить однозначне твердження про те, що кожна людина, незалежно від її участі у бойових діях у минулому, має невід'ємне право на післявоєнну інтеграцію. Нідє цей принцип не є більш доречним, ніж в контексті України, країни, чия недавня історія була затьмарена тривалими конфліктами і потрясіннями.*

На цьому тлі імператив забезпечення безперешкодної реінтеграції учасників бойових дій у цивільні сфери постає не просто як моральне прагнення, а як фундаментальний обов'язок українського суспільства. Шлях переходу від суворого військового життя до ритмів цивільного життя пов'язаний з безліччю викликів, починаючи від психологічних травм і фізичних

⁴Науковий керівник – Гунько І. В., кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

вад і закінчуючи соціально-економічною маргіналізацією та правовими перепонами. Проте суспільство в цілому зобов'язане простягнути руку підтримки тим, хто несе тягар війни від імені нації.

Метою роботи дослідити внутрішній зв'язок між задекларованим правом на повоєнну інтеграцію та відповідними обов'язками українського суспільства. Заглиблюючись в етичні імперативи, правові рамки та практичні міркування, що стосуються цього питання, вона має на меті прояснити моральний імператив підтримки гідності та добробуту учасників бойових дій, які повертаються. Крім того, він намагається окреслити конкретні шляхи, за допомогою яких українське суспільство може виконати свій обов'язок щодо забезпечення цілісної реінтеграції ветеранів, тим самим сприяючи формуванню культури інклюзивності, солідарності та стійкості в період після завершення конфлікту.

Виклад основного матеріалу. На передодні відзначення 75 річчя підписання Загальної декларації прав людини, як основного документу, що закликає до побудови демократичного суспільства, де права кожної людини є гарантованими і непохитними, чисельні порушення прав українців під час війни стали свідченням злочину Росії перед обличчям демократичного світу і причиною безпрецедентної боротьби України за нашу незалежність, територіальну цілісність, принципи демократичного розвитку, задекларовані права кожного українця.

В Україні, де восьмий рік триває війна, дедалі більше спільнота ветеранів. Найбільш разюча відмінність широкомасштабної війни, яку розв'язала Росія, від більшості інших військових конфліктів є те, що на війну мобілізовано звичайних людей, які пройшли коротку військову підготовку, після якої були відправлені на фронт. Вони не є професійними солдатами, до війни більшість з них працювали за цивільними професіями, які не передбачали особливих, критичних для здоров'я умов роботи. Це звичайні люди, які були вимушені полишити життя, яке вони колись знали, а тому є набагато вразливішими до впливу війни, ніж професійно підготовлені військовослужбовці. Інтенсивні бойові дії та постійна небезпека життю, в якій перебувають захисники України, призводять до їх психологічного та фізичного виснаження і формують накопичувальний травматичний досвід. За інформацією з відкритих джерел станом на 01 січня 2022 року в Україні налічувалося близько 500 тисяч учасників бойових дій. Прогнозована кількість ветеранів, членів їхніх сімей та сімей полеглих воїнів після перемоги – близько 3 млн. осіб [1]. Питання їх повернення до повноцінного мирного життя є першочерговою задачею, як державних інституцій, так і всього українського суспільства.

Державна політика підтримки ветеранів має бути гнучкою та адаптованою до потреб, що є зараз та можуть виникнути через певний час. Згідно з опитуванням, наразі ветерани найбільше потребують матеріальної (50,2%) та медичної (18,2%) підтримки, проте в майбутньому можуть виникати і інші потреби (див. рис 1) [2, с.23].

Згідно результатів Двадцятого загальнонаціонального опитування

«Україна під час війни. Образ ветеранів в українському суспільстві» (14-16 січня 2023 року), психологічні розлади – серед головних проблем, з якими можуть зіткнутися ветерани російсько-української війни (40%). Від 23% до 29% головними проблемами вважають труднощі з оформленням пільг, пошуком роботи, отриманням медичної допомоги, нерозуміння суспільства [3].



Рис.1. Проблеми, які виникають у мобілізованих під час військової служби і є причиною формування проблем адаптації до цивільного життя, %.

Ризики конфліктів у сім'ї та відсутність роботи частіше висвітлюють жінки, тоді як чоловіки акцентують увагу на ризиках алкоголізму, наркоманії та порушеннях закону. Основними завданнями для більшості демобілізованих учасників бойових дій є соціальна та психологічна адаптація, трудова зайнятість та відновлення фізичного здоров'я, включаючи протезування.

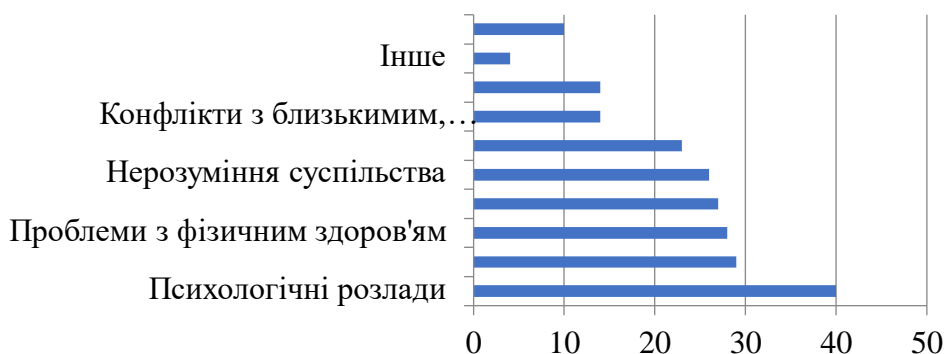


Рис 2. Проблеми з якими стикаються ветерани війни після демобілізації, %.

Потреби ветеранів представлені на рисунку 3 є відображенням проведених соціальних опитування воїнів ЗСУ, які були звільнені з лав через комісування та ротацію.

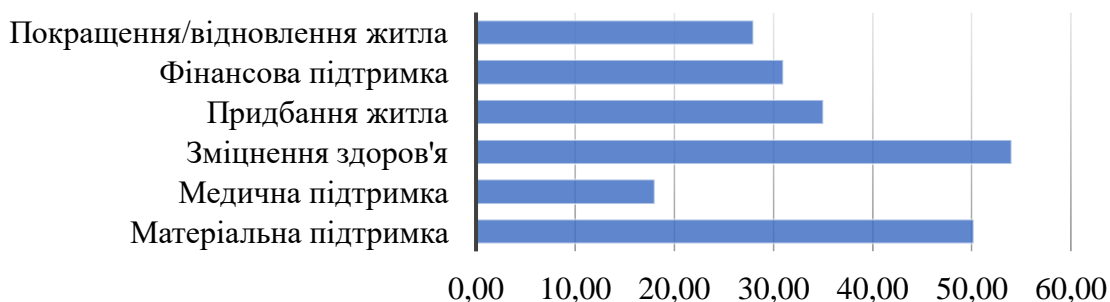


Рис. 3. Потреба демобілізованих учасників бойових дій після демобілізації, %.

Вирішення наведених вище проблем вимагає спільних зусиль держави, міжнародних організацій, благодійних фондів, волонтерів та громадськості. Важливу роль у цьому відіграють і самі ветерани, оскільки вони також відчують особисту відповідальність за своє майбутнє та бажають мати можливість активно реалізувати свій потенціал [4]. Україна вперше з років Другої світової війни стикнулася з такими масштабами проблем адаптації демобілізованих учасників бойових дій до цивільного життя, тому нам варто звернути увагу на практики, що вже існують у світі.

До прикладу, Сполучені Штати Америки створили окрему систему соціального забезпечення військових та їх сімей. Адаптація до цивільного життя триває 180 днів, за які з військовослужбовцем проводять консультативну роботу, допомагають йому визначитися з короткотривалими планами та, за потреби, направляють на освітні програми. Спеціальні консультанти-наставники допомагають у складанні індивідуального плану адаптації. Приклад Ізраїлю також демонструє індивідуальний підхід до потреб та інтересів кожного військового, який демобілізується. Соціальний працівник проводить співбесіду з кожним військовослужбовцем. За три місяці до звільнення військовослужбовець може пройти 5-денний семінар, присвячений інформуванню та формуванню навичок з прийняття рішень, інтеграції у цивільне життя, пошуку нової професії тощо. Досвід Канади свідчить про надання допомоги в першу чергу тим ветеранам, які її потребують не через свій статус, а через чинники, що можуть спричинити погіршення рівня життя та призвести до маргіналізації. Ветерани Канадських Збройних Сил та члени їхніх сімей в разі кризової ситуації можуть скористатись допомогою Надзвичайного фонду, який може покривати такі першочергові потреби, як харчування; одяг; оренда/іпотека; медичне обслуговування; витрати, необхідні для забезпечення власної безпеки. [5].

Принцип персоналізації роботи з кожним демобілізованим учасником бойових дій відповідає нормам Загальної декларації прав людини, Конституції України та існуючій законодавчій базі. Соціальний захист цієї категорії громадян України гарантується Законами України «Про статус ветеранів війни, гарантії їх соціального захисту», «Про соціальний і правовий захист військовослужбовців і членів їх сімей», «Про пенсійне забезпечення осіб, звільнених з військової служби, та деяких інших осіб», Постановами Кабінету Міністрів України від 16.02. 1994 р. № 94 «Про порядок надання пільг, передбачених Законом України «Про статус ветеранів війни, гарантії їх соціального захисту», від 20.08. 2014 р. № 413 «Про затвердження Порядку надання та позбавлення статусу учасника бойових дій осіб,...», від 08.09. 2015 р. № 685 «Про затвердження Порядку надання статусу особи з інвалідністю внаслідок війни особам, які отримали інвалідність внаслідок поранення, контузії, каліцтва або захворювання,...», від 29.11.2022 р. №1338 «Деякі питання надання безоплатної психологічної допомоги особам, які звільняються або звільнені з військової служби, з числа ветеранів війни, осіб, які мають особливі заслуги перед Батьківщиною,..» та іншими. Проте державна ветеранська політика ще тільки формується.

5 квітня 2023 року Комітет питань соціальної політики та захисту прав ветеранів визначив ветеранську політику, як один з пріоритетних напрямів роботи Верховної ради і Кабінету міністрів у 2023 році. Принципи нової державної ветеранської політики представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Особливості ветеранської політики України

№	Назва складової	Ознаки виконання
1	Безпекова складова	ветеран – активний громадянин, готовий до оборони та національного супротиву (у разі ескалації військової загрози).
2	Економічна складова	ветеран – це працевлаштований громадянин, платник податків, конкурентоспроможний на ринку праці.
3	Соціальна складова	єдина система обліку отриманих послуг ветераном; підтримка фізичного та ментального здоров'я; адаптація до цивільного життя, інтеграція в суспільство, родину, громаду, трудові колективи; підтримка осіб з інвалідністю внаслідок війни, членів родин загиблих (померлих) Захисників і Захисниць України; забезпечення житлом (перехідний період)
4	Міжнародна складова	впровадження стандартів ЄС та НАТО; розвиток ветеранської дипломатії; залучення до міжнародних ветеранських спортивних спільнот

Джерело: Офіційна інформація прес-служби Апарату Верховної ради України.

Однією з особливостей роботи, буде створення з демобілізованими учасниками бойових дій «Агенства супроводу демобілізованих військовослужбовців», яке має надавати всебічну допомогу у вирішенні всіх питань, з якими захисник України стикається/стикатиметься у мирному житті. До основних планових етапів впровадження нової ветеранської політики в життя є розробка Плану заходів «Поствоєнної адаптації військовослужбовців/демобілізованих»; які мають бути реалізовані до 2030 року, який передбачає створення: патронатної служби «Ветеранське волонтерство»; єдиного державного реєстру ветеранів війни; центрів ветеранського розвитку; національного військового меморіального кладовища; центру новітніх технологій протезування ветеранів війни; програму адаптації житла під потреби ветеранів з інвалідністю, у яких порушена мобільність.

На засіданні Секторальної Робочої групи «Захист прав ветеранів» під головуванням міністра у справах ветеранів України Юлії Лапутіної були представлені проекти, які мають запрацювати вже до кінця 2023 року, а саме:

1. Впровадження 25-ти «Сервісних офісів» для ветеранів та їхніх родин. Його розроблено у партнерстві з ПРООН для запуску у ЦНАПах «Єдиного вікна». Цього року заплановано реалізувати пілотний проект у м. Дніпро.

2. Будівництво Центру психологічної реабілітації «Бородянка-центр». Його побудують за сучасною моделлю охорони психічного здоров'я та психосоціальної підтримки захисників України та членів їхніх родин.

3. Розбудова мережі «Центрів ветеранського розвитку» на базі закладів вищої освіти у всіх регіонах України. Їхня діяльність сприятиме запуску ефективної системи супроводу ветеранів війни та членів їхніх сімей у

зайнятості, навчанні, перепідготовці, підвищенні кваліфікації, сертифікації навичок, побудові індивідуальної професійної траєкторії, тощо. Перші три таких Центри будуть реалізовані в містах Львів, Дніпро та Вінниця.

4. Впровадження спільно з Міжнародною організацією з міграції (МОМ) «Всеукраїнського дослідження потреб ветеранів». Його мета дослідження та використання результатів щодо потреб ветеранів та можливості регіонів до прийняття великої кількості демобілізованих, прогнозування економічного розвитку та розробки пропозицій до політик.

5. «Забезпечення житлом». Ним передбачено програми забезпечення житлом ветеранів на умовах пільгового іпотечного кредитування. Наразі Мінветеранів веде перемовини про реалізацію проекту спільно з державним банком Німеччини KfW — партнером, який має досвід з реалізації житлових програм в Україні.

Вінницький національний аграрний університет з перших днів широкомасштабної агресії проти нашої країни активно включився в волонтерську допомогу та підтримку мобілізованим учасникам бойових дій, в тому числі з числа випускників нашого університету. Студенти коледжів та факультетів, науково-педагогічні працівники долучаються до виготовлення маскувальних сіток, металевих шипів та їжаків. Крім того, були передані чотири вантажні автомобілі на потреби ЗСУ, організували збір та відправку гуманітарної допомоги на фронт і до військового госпіталю. Президент університету особисто закупив та передав військовим пального (бензину і солярки) на суму 200 тис. грн., 8 вантажних та 1 легковий автомобіль, організував виготовлення м'ясних та круп'яних виробів для потреб ЗСУ та тероборони [6]. На виконання третього проекту Кабінету міністрів України «Розбудови мережі «Центрів ветеранського розвитку» на базі закладів вищої освіти у всіх регіонах України» у Вінницькому національному аграрному університеті було створено новий Навчально-науковий інститут Миру, соціальних комунікацій та реабілітації. До основних функції новоствореного інституту відносяться:

1. Психологічна підтримка: Багато військових стикаються з посттравматичними стресовими розладами та іншими психологічними проблемами.

2. Соціальна інтеграція: Важливо, щоб ветерани відчували себе частиною суспільства. Реабілітаційні центри інституту сприяють соціальній інтеграції, надаючи можливості для зустрічей, спільних заходів і спільних ініціатив.

3. Професійна підготовка: Багато військових залишають армію без робочих навичок, необхідних для трудової діяльності в цивільному суспільстві. Кафедри інституту впроваджують навчання за рахунок державного бюджету за особливо конкурентними освітніми програмами, які нададуть випускникам конкурентну перевагу при працевлаштуванні. Багато демобілізованих учасників бойових дій є жителями сільських територіальних громад, тому самі сучасні професій аграрного спрямування стануть їм у нагоді. Окремим видом навчання є інклюзивна освіта, де університет створює відповідні умови для осіб, які мають вади опорно-рухливого апарату, слуху, зору. Маючи такі напрацювання

зі студентами з особливими потребами, така форма освіти буде успішно реалізована.

Інститут бере на себе також підтримку у пошуку роботи, що дозволяє військовим знайти стабільний джерело доходу. Маючі найтісніші зв'язки зі стейхолдерами, Вінницький національний аграрний університет працює над формуванням бази потенційних місць роботи, які будуть вакантними на 2025-2030 роки. Наведемо лише кілька проектів, які розроблені для студентів Навчально-наукового інституту Миру, соціальних комунікацій та реабілітації:

1. ІТ для ветеранів та їхніх родин. Для тих, хто тільки починає свій шлях в ІТ-сфері, заплановано серію вступних зустрічей, що допоможуть відповісти на запитання щодо професій та можливостей у сфері ІТ, розкриють особливості галузі та нададуть поради щодо початку кар'єри. Заходи будуть відбуватися у 12 комп'ютерних класах і відкриті для всіх бажаючих ветеранів та членів їх сімей. Кожна вступна зустріч триватиме 1,5 години. За результатами вхідного тестування студентам пропонується початковий(базовий, продвинутий, професійний) курс програмування. Навчання триватиме від 2 до 4 місяців і відбуватиметься один або два рази на тиждень.

2. Армія дронів на службі аграрного сектора економіки. Школа операторів агродронів або безпілотним літальним апаратам (БЛА) для проведення польових робіт," це навчальна програма, яка спеціалізується на підготовці бувши з військових до роботи в аграрному секторі економіки. Початковий курс операторів мультироторних дронів у бойових умовах: термін навчання 1 тиждень; курс операторів БПЛА типу "Крило": термін навчання 3 тижні; курс операторів FPV: термін навчання 2 тижні.

3. Центри психологічного розвантаження. Теми для психологічних консультацій різні і залежать від індивідуальних запитів. Найчастіше це – як пережити травму війни, як прийняти ситуацію, де шукати ресурс для відновлення. Ветеранам і їхнім сім'ям надається безоплатна психологічна допомога, соціально-психологічна підтримка та супровід; психологічна медична реабілітація; комплексна медико-психологічна діагностика. Отримати підтримку можна дистанційно або офлайн у вигляді індивідуальних зустрічей, занять із членами сім'ї та в групі до 10 осіб. Це може включати першу психологічну допомогу, діагностику, просвіту та інформування, консультування, психотерапію.

4. Фізична та ігрова реабілітація. Після перебування в госпіталі військовослужбовці стають перед завданням відновити свою функціональність. Фізична реабілітація, необхідна після поранень, є процесом, що забирає багато часу - від 1-2 до 5-6 років. Цей вид реабілітаційного лікування спрямований на відновлення організму після завершення гострого періоду і часто дозволяє уникнути первинної інвалідності або уповільнити подальше погіршення стану. У кабінетах інтерактивної реабілітації Ігex реабілітація відбувається за канадською методикою в ігровій формі: футбол, волейбол, парашут. В ході реабілітації учасник бачить себе на екрані героєм спортивної гри, де за правильні рухи дають бали, а система імітує рухи, вона змушує людину згадати, як працює його рука, нога. Людина грає, гра відволікає її від больового

синдрому і дає можливість розробити суглоби та сформувати новий руховий стереотип. Такий вид реабілітації особливо корисний для наших ветеранів, піднімає настрій і мотивує до цифрової активності.

Висновки. Враховуючи досвід, який Україна напрацьовує під час війни з гарантування прав демобілізованим військовим на повноцінне цивільне життя, по завершенні війни вона стане країною, що задаватиме стандарти у багатьох сферах, як то сучасна стратегія і тактика ведення бойових дій; здатність розвинути і зміцнити економічну стійкість; швидке відновлення після пошкодження критичної інфраструктури; ефективність аварійно-рятувальних бригад, передові методи і технології розмінування так і країни яка гарантує права кожного українця. У майбутньому Україна матиме можливість експортувати цей досвід до інших країн, і, навіть, може стати прикладом найкращих практик на світовому рівні. Реабілітація військових та допомога героям є надзвичайно важливими складовими сучасного суспільства. Забезпечення належної допомоги та підтримки нашим героям - це наш моральний та соціальний обов'язок.

Список використаної літератури

1. Нова державна ветеранська політика: Комітет схвалив низку рекомендацій : веб-сайт. URL: <https://glavcom.ua/economics/finances/urjad-ukhvaliv-novu-politiku-stosovno-zabezpechennja-pidtrimki-veteraniv-919054.html>

(дата звернення: 27.02.2024).

2. Ієрусалимов В., Студеннікова І., Андрієнко Д., Маркуц Ю. Аналіз механізмів підтримки осіб, які опинилися у складних життєвих обставинах. Київ. 2023. 34 с. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2023/05/MFV_Analiz-mehanizmv-pidtrimki-SZHO.pdf (дата звернення: 01.03.2024).

3. Допомога міжнародних фінансових інститутів Україні (червень 2023) : веб-сайт. URL: <https://niss.gov.ua> (дата звернення: 01.03.2024)

4. «Повернення у мирне життя - наш другий фронт»: як і навіщо готуватимуть помічників ветеранів. *Рубрика все по полицках* : веб-сайт. URL: <https://rubryka.com/article/povernennya-u-myrne-zhyttya/> (дата звернення: 03.03.2024).

5. Дискримінація різних соціальних груп у ЗСУ: погляди військових та цивільних громадян. *Ветеранський фонд* : веб-сайт. URL: <https://veteranfund.com.ua/analytics/social-group-dscr/> (дата звернення: 04.03.2024).

6. Головна сторінка ВНАУ : веб-сайт. URL: <https://vsau.org/> (дата звернення: 04.03.2024)

.
. .
. .
. .
. .

Ілля БЕРЕЗОВСЬКИЙ, Андрій КУЗЬМИЧ⁵,
студенти 4 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

МЕТОДИ ВІДНОВЛЕННЯ ВАЛІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ ТА ПРОМИСЛОВИХ ГАЛУЗЯХ: АНАЛІЗ, ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ

Анотація. В статті описані основні методи відновлення валів, зокрема електродугова наплавка, автоматична наплавка під шаром флюсу, вібродугова наплавка та покриття електролітичними сплавами. Виділено переваги і недоліки кожного методу. Ця робота важлива для інженерів та технічних спеціалістів, що займаються обслуговуванням та ремонтом сільськогосподарської техніки та промислового обладнання.

Ключові слова: Відновлення деталей, вал, сільське господарство, методи відновлення, електродугова наплавка, технічне обслуговування

Annotation. The article describes the main methods of shaft restoration, in particular electric arc surfacing, automatic surfacing under a flux layer, vibrating arc surfacing and coating with electrolytic alloys. Advantages and disadvantages of each method are highlighted. This work is important for engineers and technicians involved in the maintenance and repair of agricultural machinery and industrial equipment.

Key words: Restoration of parts, shaft, agriculture, restoration methods, electric arc surfacing, maintenance

Вступ. Агрегати і вузли автомобілів, тракторів і сільськогосподарських машин є сукупністю безлічі деталей типу: вал, втулка, важіль, корпус, шестерня, що піддаються в процесі експлуатації впливу різноманітних сил і умов, що призводять до незворотних процесів зносу їх робочих поверхонь [1-4].

За даними досліджень, знос поверхонь деталей тракторів, автомобілів та сільськогосподарських машин розподіляється приблизно так: циліндричних – 52%; конічних та сферичних – 3%; шківів – 3%; пазів, канавок – 5%; різьблення – 10%; плоских поверхонь – 1%; зубів шестерень – 2%; профільних, фасонних поверхонь – 1%; тріщин та зламів – 9%; порушень геометричної форми – 13%. При цьому 40% дефекту, що найчастіше зустрічається – знос циліндричної поверхні – становить знос зовнішньої циліндричної поверхні, а 60% – внутрішньої [1-4].

Таким чином, у цій сукупності чверть зношених деталей посідає деталі типу «вал». Кількість та конструктивна значимість деталей типу «вал» є визначальними у забезпеченні працездатності техніки.

⁵Науковий керівник: Паладійчук Ю.Б. к.т.н, доцент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

До деталей типу «вал» в агрегатах і вузлах відносяться, як власне вали (колінчастий, розподільний, генератора тощо), так і деталі, що мають конструктивні поверхні, характерні для валів (осі, шкворні, втулки та ін.).

Широке поширення деталей типу «вал» у вузлах техніки, різноманітність діючих сил та умов експлуатації визначають великий розкид у значеннях зношування їх робочих поверхонь (0,1-3,0 мм на сторону) [2].

Виклад основного матеріалу. Відновлення деталей типу «вал» є критично важливим для забезпечення надійності і безпеки функціонування автомобілів, факторів і сільськогосподарських машин. Вал відіграє ключову роль у передачі потужності і крутного моменту, а також у забезпеченні правильної роботи різноманітних механізмів і агрегатів [1-4].

Способи відновлення деталей типу «вал» автомобілів, факторів і сільськогосподарських машин, що використовуються в даний час представлені на рисунку 1.

Колінчастий вал (шпінка)
<ul style="list-style-type: none"> > Автоматична наплавка під шаром флюсу > Автоматична наплавка порошковим дротом > Наплавлення у вуглекислому газі > Електроконтактне приварювання металевих стрижки (дроту) > Плазмове наплавлення > Вибродутова наплавка з середовища ріднини > Електродутова металізація > Широкошарова наплавка > Газова металізація > Газоплазмове наплавлення
Розподільний вал (шпінка)
<ul style="list-style-type: none"> > Вибродутова наплавка з середовища ріднини > Хромування > Запознення > Наплавлення у вуглекислому газі > Автоматична наплавка під шаром флюсу > Газоплазмове наплавлення > Електродутова металізація
Вісь опорного калеса (шпінка)
<ul style="list-style-type: none"> > Електродутова металізація > Вибродутова наплавка з середовища ріднини
Цапфа (шпінка)
<ul style="list-style-type: none"> > Наплавлення у вуглекислому газі
Ротор електромотора або генератора, аксі стартера (посад. місце під підшипн.)
<ul style="list-style-type: none"> > Електродутова металізація > Запознення > Наплавлення у вуглекислому газі > Вибродутове наплавлення > Електроконтактне приварювання стрижки
Вісь валіка переднього та заднього гальма (шпінка)
> Електродутова металізація
Кулак розжимного заднього гальма (шпінка)
> Електродутова металізація
Шпінка поворотного кулака
> Електродутова металізація
Валик педалей зчеплення та гальма
> Електродутова металізація
Валик вилки вкочення зчеплення
> Електродутова металізація
Валик вилки
> Електродутова металізація
Вал ведений шестерні приводу наливного насоса
> Електродутова металізація
Вісь наливного насоса мотобла змінних передач
> Електродутова металізація
Вилки перемикачів 1-2 та 3-4 передач (позвунки)
> Електродутова металізація

Рис 1. – Методи відновлення деталей типу «вал» [2].

Потреба відновлення деталей типу «вал» зумовлена декількома факторами [1-4]:

1. Експлуатаційні умови: Автомобілі і сільськогосподарські машини піддаються значному навантаженню та зносу під час роботи на дорогах, полях або будівельних майданчиках. Це може призводити до зносу, деформацій і поламавання валів.

2. Невідповідність умовам експлуатації: Деякі валі можуть бути виготовлені з матеріалів, які не витримують великі навантаження або не призначені для роботи в агресивних середовищах, що сприяє їхньому зіпсуванню.

3. Погана якість виробництва: Деякі виробники можуть використовувати низькоякісні матеріали або технології виробництва, що призводить до швидкого зносу і поломок.

Одним з ключових аспектів збереження ефективності сільськогосподарської техніки є регулярне обслуговування, включаючи перевірку стану деталей, в тому числі валів, та їх вчасне відновлення або заміну при необхідності. Такий підхід дозволяє підтримувати надійність і продуктивність машин і механізмів у сільському господарстві [1-4].

Відновлення валів - ключова задача в різних промислових галузях, де точність та надійність механічних компонентів мають вирішальне значення. Внаслідок експлуатації вони піддаються зносу та ушкодженням, що може призвести до зниження продуктивності та виходу з ладу обладнання [2,3].

Одним із методів відновлення таких деталей є електродугова наплавка. Цей процес полягає у тому, що матеріал, який потрібно відновити, розплавляється та наноситься на поверхню основи за допомогою електродугового розряду. В результаті матеріал добре зливається з основою, що забезпечує міцний зв'язок і мінімізує пористість, що є важливим для якісного відновлення деталі.

Серед недоліків цього методу слід відзначити істотний термічний вплив на основний метал, деформацію виробів, низький відсоток використання наплавленого металу та високу трудомісткість механічної обробки [1-4]. Крім того, при наплавленні у середовищі вуглекислого газу виникають втрати металу на розбризкування та потреба у частих очищеннях газового сопла від набризканого металу. Також може виникати ризик появи пір через дисоціацію вуглекислого газу при нагріванні електричною дугою.

Автоматична наплавка під шаром флюсу захищає зону дуги та розплавленого металу від кисню повітря. Повільне охолодження сприяє повному видаленню газів та шлаку з наплавленого металу, зменшує витрати електродного матеріалу та полегшує процес, оскільки він механізований і не має випромінюючої дії дуги [1-4].

Проте спостерігається нерівномірність властивостей наплавлених виробів через відпалення попередніх шарів. Наплавка деталей циліндричної форми, діаметром менше 50 мм, ускладнена через проблеми з утриманням зварювальної ванни. Також обмеження в товщині покриття менше 1,5 мм та виникнення шлакової кірки, яку важко видалити, зумовлюють появу мікротріщин.

Вібродугова наплавка застосовується шляхом нанесення розплавленого металу на поверхню деталі за допомогою вагаючогося електрода та низького струму. Проте цей метод може призводити до крихкості наплавленої деталі при змінних навантаженнях.

Покриття електролітичним хромом (хромування) має переваги, такі як відсутність термічної дії на основний метал та можливість нарощування покриття у вузьких межах по товщині [5]. Однак недоліками є низька продуктивність та зниження втомної міцності виробу через нестабільність за складом сплаву.

Процес нанесення покриття електролітичним залізом (залізнення) вимагає систематичного коригування складу електроліту та мірою виснаження розчину.

Загальними недоліками методів нанесення гальванічних покриттів є низька продуктивність, складність та трудомісткість підготовки та нанесення покриття на окремі ділянки деталі, шкідливі умови праці, потреба у великих виробничих площах, негативний вплив на екологію, висока вартість обладнання та потреба у висококваліфікованій робочій силі.

При електроконтактному приварюванні металевої стрічки метал основи у місці приварювання значно прогривається на деяку глибину, що змінює його хімічний склад. У деяких місцях може відбутися несплавлення з основним металом, що виявляється при шліфуванні [5]. Проте цей процес характеризується високою продуктивністю та мінімальними втратами матеріалу присадки.

Покриття, нанесені газотермічним способом (плазмове, газополум'яне напилення, електродугова металізація), часто мають пористість. Деталі з пористими покриттями можуть легко оброблятися та зберігати мастило під час різких змін режимів тертя. Вони менше зношуються та менше втрачають масло, що може бути важливо при запусках і зупинках механізмів.

Мастильний матеріал, що заповнює пори та капілярні канали напиленого металу, сприяє постійній підтримці цілісності масляної плівки. Ця властивість "самозмазування" може покращити мастильні властивості підшипників та зменшити знос [4-6]. Використання абразивно-струменевої обробки для підготовки поверхні, що напилюється, може підвищити втомну міцність на 50%.

Плазмове напилення має низьку продуктивність, крихкість покриття, шум та інтенсивне ультрафіолетове випромінювання, вимагає точного дотримання технологічних режимів та використання дорогих плазмоутворювальних газів. Його вартість обладнання висока, а довговічність низька, що зумовлює великі експлуатаційні витрати.

Газополум'яне напилення має низьку продуктивність і якість покриття через низькі швидкості напилюваних частинок та великий вміст оксидів [4-6].

Електродугова металізація, хоча має свої недоліки, забезпечує високу продуктивність, доступність обладнання, і незначний термічний вплив на основу, що робить її перспективним методом відновлення деталей.

Розробка технологій активованої дугової металізації (АДМ) та їх оптимізація стикаються з викликом вимірювання параметрів

високотемпературного струменя, таких як температура і швидкість струменя розпилювального газу та окремих частинок. Це ускладнює процес дослідження і вдосконалення технологій АДМ, і часто призводить до використання методу "проб та помилок", який потребує значних матеріальних і часових витрат.

Один з ефективних способів вирішення цієї проблеми полягає у застосуванні методів моделювання процесу [4-6]. Вони дозволяють отримати достатню кількість інформації про процес, не витрачаючи значних ресурсів на дорогі експериментальні дослідження.

Одним з ключових факторів, які впливають на якість покриття, є швидкість та тепловий стан частинок матеріалу, що напилюються при зіткненні з підкладкою. Тому важливо розробити модель, яка дозволить прогнозувати ці параметри та їх вплив на якість покриття.

Для побудови таких моделей застосовуються деякі припущення, включаючи урахування суттєвих сил, що впливають на рух частинок, застосування теорії турбулентного струменя для моделювання витікання газу з сопла, врахування взаємодії газу та частинок за допомогою теорії двофазних потоків, припущення про сферичну симетрію теплового поля частинки та відсутність взаємодії між частинками через малу об'ємну концентрацію. Такі моделі дозволяють більш точно прогнозувати параметри процесу та ефективніше регулювати його для досягнення високоякісного напилення металів.

Для вимірювання температур використовувався метод інтерференційної візуалізації оптичних неоднорідностей [5,6]. Цей метод полягає у просвічуванні об'єкта випромінюванням зовнішнього джерела та реєстрації зміни параметрів цього випромінювання. Його перевагою є можливість отримання інформації без внесення збурень у досліджуване середовище.

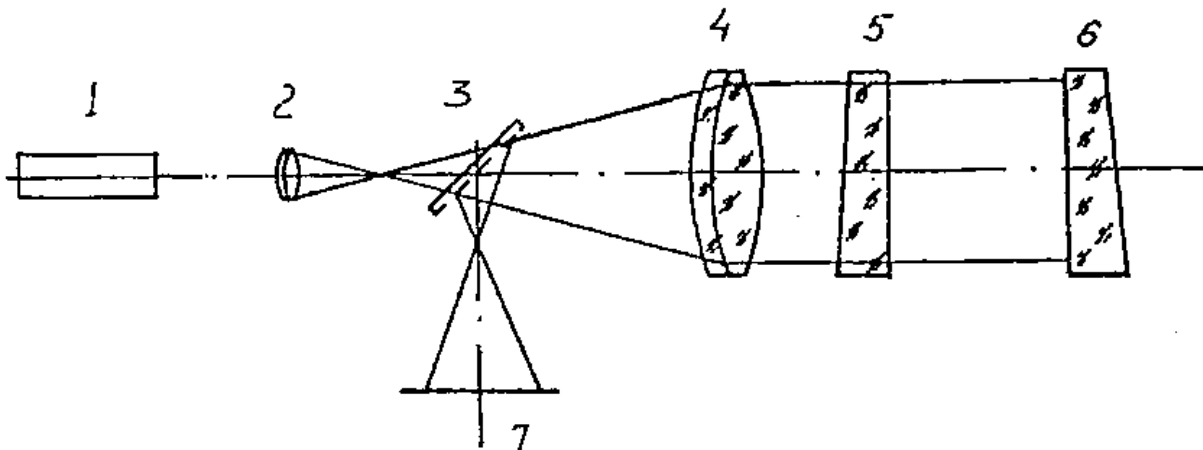


Рис 2. – Оптична схема автоколімаційного інтерферометра: 1 – джерела світла (лазер); 2 – мікрооб'єктив; 3 – поворотне дзеркала; 4 – колімаційний об'єктив; 5 – переднє інтерферометричне дзеркало; 6 – заднє інтерферометричне дзеркало; 7 – фотокамера

Вимірювання проводилися за допомогою автоколімаційного інтерферометра I-200, оптична схема якого показана на рисунку 2.

Принцип роботи інтерферометра полягає в наступному: промінь лазера (гелій-неонового, рубінового) проходить через мікрооб'єктив колімаційного блоку інтерферометра і поворотне дзеркало, утворюючи пучок, що

розширюється [6]. Цей пучок, перетворений у паралельний пучок діаметром 200 мм, проходить через переднє і заднє інтерферометричні дзеркала, робочі поверхні яких орієнтовані перпендикулярно до оптичної осі приладу.

Досліджуваний об'єкт розміщується у просторі між інтерферометричними дзеркалами, і відстань між ними може бути довільною [6]. При появі оптичної неоднорідності на шляху предметного пучка хвильовий фронт останнього деформується. У ділянках інтерферограми, що відповідають положенню неоднорідності, інтерференційні смуги внаслідок зміни різниці фаз між цими ділянками опорного та предметного фронтів відхиляються від свого первісного положення. За величиною зміщення смуг від початкового положення визначають розподіл показника заломлення в досліджуваному об'єкті з наступним перерахунком у розподіл температур.

Принцип дії інтерферометра полягає в наступному: спочатку промінь лазера (гелій-неонового, рубінового) проходить через мікрооб'єктив коліматорного блоку інтерферометра, а потім відбивається від поворотного дзеркала, формуючи пучок, який розширюється [6]. Цей пучок стає паралельним діаметром 200 мм і проходить через переднє і заднє інтерферометричні дзеркала, які орієнтовані перпендикулярно до оптичної осі приладу.

Досліджуваний об'єкт розташовується між інтерферометричними дзеркалами, а відстань між ними може бути будь-якою. Коли на шляху предметного пучка з'являється оптична неоднорідність, хвильовий фронт деформується [5-7]. Це призводить до зміни різниці фаз між ділянками опорного та предметного фронтів, що відображається у ділянках інтерферограми. Інтерференційні смуги відхиляються від свого первісного положення, і за величиною зміщення смуг від початкового положення визначається розподіл показника заломлення в досліджуваному об'єкті, що в подальшому дозволяє розрахувати розподіл температур.

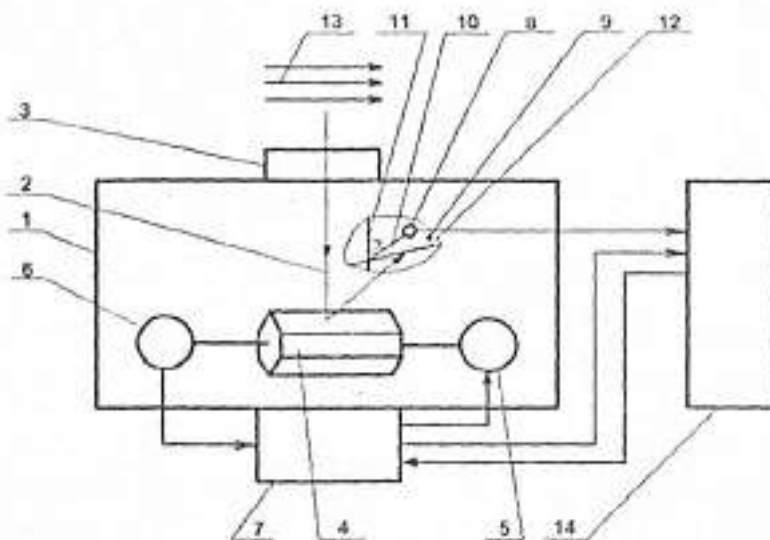


Рис 3. – Схема приладу для вимірювання швидкості потоку частинок:

1 – корпусі; 2 – оптична вісь; 3 – об'єкти; 4 – дзеркало у вигляді призми; 5 – привід; 6 - електричний тахогенератор; 7 – блок управління приводом; 8 – світлочутливий мікродатчик; 9 – площина; 10 – контрольна лінія; 11 – лінія кут; 12 – розгортки лінії, що світиться; 13 – трек частинок потоку; 14 – комп'ютери.

Промінь лазера проходить через мікрооб'єктив коліматорного блоку та поворотне дзеркало, що має форму призми з дзеркальними бічними гранями. Це дзеркало кінематично пов'язане з електричним тахогенератором, які електрично пов'язані з блоком управління приводом.

Світлочутливий мікродатчик закріплений на площині паралельній оптичній осі і віссю обертання призми. Він розташований на контрольній лінії, яка виходить з точки перетину лінії, площини мікродатчика та паралельної оптичній осі і розгортається по треках частинок потоку, утворюючи кут, який дозволяє обчислити швидкість частинок [5-7]. При включенні блоку управління приводом та приводу дзеркала в електричну мережу та запуску програми на комп'ютері, останній підвищує частоту обертання приводу в покроковому режимі. Мікродатчик реєструє світло від розгортки, яка світиться, та ліній треків частинок потоку як зміну параметра електричної величини на своїх вивідних.

Параметр електричної величини, виміряний мікродатчиком 8, передається в комп'ютер 14. Коли розгортка 12 пучка світла, яке відбивається, досягає мікродатчика 8, комп'ютер 14 через блок управління приводом 7 припиняє збільшення частоти обертання дзеркала 4. Комп'ютер 14 реєструє електричний сигнал, що генерується тахогенератором 6, і застосовує відповідну формулу для обчислення частоти обертання дзеркала 4.

$$n = k \cdot E \quad (1)$$

де E – електрорушійна сила, В;

k – коефіцієнт пропорційності, хв-1/В.

Потім розраховує швидкість розгортки за формулою [7]:

$$V_p = z \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot R \quad (2)$$

де z – кількість граней призми 4;

$\pi = 3,141592654$;

n – частота обертання дзеркала 4 хв-1;

R – відстань від поверхні дзеркала 4 до площини 9 мікродатчика 8, м.

Попадання розгортки 12 пучка, що світиться, ліній треків частинок потоку 13 на мікродатчик 8 свідчить про збіг її з контрольною лінією 10 і освіті з лінією 11 кута α . Швидкість потоку частинок обчислюється за такою формулою [7]:

$$V = V_p \cdot tga \quad (3)$$

Для виключення похибок, що вносяться частинками, що летять по периферії струменя з малою швидкістю, металогазовий струмінь пропускався через екран з отвором діаметром 20 мм.

Висновки. Потреба у відновленні валів виникає з ряду причин, включаючи експлуатаційні умови, невідповідність умовам експлуатації та погану якість виробництва. Регулярне обслуговування та вчасне відновлення деталей, таких як вали, є ключовими аспектами для збереження ефективності машин і механізмів у сільському господарстві та в інших промислових галузях.

У процесі відновлення валів широко використовується електродугова наплавка, яка дозволяє забезпечити міцний зв'язок і мінімізувати пористість. Однак цей метод має свої недоліки, такі як термічний вплив на основний метал,

нерівномірність властивостей наплавлених виробів та високу трудомісткість механічної обробки.

Інші методи, такі як автоматична наплавка під шаром флюсу, вібродугова наплавка та покриття електrolітичними сплавами, також мають свої переваги та недоліки. Наприклад, покриття електrolітичними сплавами може мати низьку продуктивність та впливати на втомну міцність виробів.

Список використаної літератури

1. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник / за ред. О.І. Сідашенко, О.А. Науменка. Харків: "Міськдрук", 2010. 744 с.
2. Паладійчук Ю.Б., Зінев М.В. Спеціалізовані ремонтні підприємства, стан і перспективи розвитку чи занепаду. *Сучасні проблеми землеробської механіки*: зб. наук. праць XVIII міжн. наук. конф. 16-18 жовтня 2017 р. Тернопіль: Крок, 2017. С. 240.
3. Технічний сервіс в АПК: навч. посіб. / Л.В. Швець, Ю.Б. Паладійчук, О.О. Труханська. Вінниця: ВНАУ, 2019. 648 с.
4. Непочатенко А. В. Вплив рівня зносу машинно-тракторного парку на основні результативні показники діяльності сільськогосподарських підприємств. *Економіка та управління АПК*. 2012. Вип. 9 (97). С. 9-12.
5. Технології відновлення і зміцнення деталей електрообладнання з використанням композиційних матеріалів: веб-сайт. URL: <https://dglb.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/1c0a9b26-64cc-49de-8138-caa4486c0885/content> (дата звернення 20.03.2024).
6. Будяк Р. В., Паладійчук Ю.Б., Середа Л.П., Писаренко В.Г. Створення нових технологічних процесів з використанням прогресивних методів обробки деталей. *Збірник наукових праць ВДАУ*. 2009. Вип. 2. С. 63-66.
7. Наплавлення та напилення: веб-сайт. URL: <https://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/1/27/1-27-kl4.pdf> (дата звернення 20.03.2024).

Юлія ЗЕЛІНСЬКА⁶,

Студентка 3 курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЯГОВОГО ОПОРУ РОЗПУШУВАЛЬНОЇ СТІЙКИ

Анотація. Розглядається питання підвищення ефективності роботи агрегатів для смугового обробітку ґрунту, шляхом розробки та обґрунтування параметрів робочих органів. Зазначено перспективність смугового обробітку

⁶Науковий керівник: к.т.н., доцент Руткевич В.С., кафедра машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

грунту, використання даних агрегатів дозволить знизити енерговитрати на 18–53 % порівняно з традиційним обробітком ґрунту. Розглянуто процес взаємодії розпушувальної стійки із ґрунтом. Теоретично обґрунтовано тяговий опір розпушувальних стійок, що може використовуватись під час обґрунтування загального тягового опору секції культиватора для смугового обробітку ґрунту та добору тягового класу трактора для його агрегування.

Ключові слова: ґрунт, робочий орган, тяговий опір, стійка, ґрунтообробний агрегат, опір, тиск.

Annotation. The question of increasing the efficiency of the units for strip tillage by developing and substantiating the parameters of the working bodies is considered. The perspective of strip tillage is indicated, the use of these aggregates will allow to reduce energy consumption by 18-53 % compared to traditional tillage. The process of interaction of the loosening rack with the soil is considered. The traction resistance of loosening racks is theoretically substantiated, which can be used during the substantiation of the general traction resistance of the cultivator section for strip tillage and the selection of the traction class of the tractor for its aggregation.

Keywords: soil, working body, traction resistance, rack, tillage unit, resistance, pressure.

Вступ. Проблема зниження енергоспоживання стає дедалі більше актуальною через ціни на паливо, що постійно зростають. При вирощуванні сільськогосподарських культур найбільш енергозатартними технологічними операціями є обробіток та підготовка ґрунту [1, 2]. Для зниження енерговитрат та зниження витрати палива під час обробітку культур необхідно впроваджувати різні енергозберігаючі технології, спрямовані переважно на зниження кількості операцій з обробітку ґрунту. Зменшення кількості операцій (обробка стерні, оранка, передпосівна підготовка насінневого ложа) сільськогосподарською технікою може знизити енерговитрати на 18–53 % порівняно з традиційним обробітком ґрунту [1].

Смуговий обробіток ґрунту дозволяє значно економити енерговитрати, оскільки обробляється на 50–75 % менше поверхні ґрунту, ніж при суцільному обробітку ґрунту плугом [2]. Однак, наявність на поверхні поля стерні та мульчі, підвищена вологість ґрунту у зв'язку з цим, впливають на процеси взаємодії робочих органів із ґрунтом, які необхідно враховувати при обґрунтуванні конструктивно-технологічних параметрів робочих органів для смугового обробітку ґрунту. Крім цього для отримання вузької смуги ґрунту, що обробляється робочими органами в смугових ґрунтообробних машинах доводиться встановлювати близько один до одного, що підвищує ймовірність їх забивання грудками ґрунту та рослинними залишками. У зв'язку з цим, при обґрунтуванні технологічних та конструктивних параметрів ґрунтообробних машин для смугового обробітку необхідно враховувати наявність на поверхні рослинної мульчі, виключити забивання робочих органів, сформувані задану смугу обробітку ґрунту та насінневе ложе для подальшого укладання насіння. А це неможливо без теоретичного опису процесу взаємодії робочих органів з

грунтом та експериментального підтвердження працездатності розробленої ґрунтообробної машини для смугового обробітку ґрунту у виробничих умовах.

Виклад основного матеріалу. Для визначення тягового опору розпушувальних стійок розглянемо процес їхньої взаємодії з ґрунтом під час поступального руху з постійною швидкістю (рис. 1). Розпушувальна стійка за формою робочої поверхні являє собою двогранний клин. Загальний тяговий опір двогранного клина згідно з Синеоковим Г.Н. визначається як сума сил [3]

$$R_{xp} = R_{dx} + R_{Fx} + R_{Gx}, \quad (1)$$

де R_{dx} – горизонтальна складова сили опору ґрунту деформації, що обробляється робочою поверхнею клина, Н;

R_{Fx} – горизонтальна складова сили динамічного тиску пласта ґрунту на поверхню клина, Н;

R_{Gx} – горизонтальна складова сил опору і сил тертя ґрунту на робочій поверхні клина, Н.

Для визначення впливу на тяговий опір розпушувальної стійки ваги вирізаного шару та сил тертя, що виникають унаслідок його руху по робочій поверхні клина, розглянемо схему взаємодії шару та двогранного клина (рис.1).

У процесі деформації ґрунту робочою поверхнею розпушувальної стійки в разі перевищення меж міцності ґрунту перед робочим органом у ньому виникає випереджувальна тріщина, під кутом $\Theta = 45^\circ + \varphi/2$, де φ – кут внутрішнього тертя ґрунту [3, 4]. При цьому відривається пласт ґрунту $ABCD$, що діє на робочу поверхню стійки. Для розрахунків приймемо припущення, що відірваний пласт ґрунту є твердим тілом, що не деформується, щільність пласта не змінюється в процесі руху.

За таких умов на пласт, що перебуває в защемленні між робочою поверхнею стійки і ґрунтом, діє реакція недеформованого ґрунту, що знаходиться попереду пласта Q_G , вага пласта G і результуюча елементарних нормальних сил опору ґрунту, що результує R_n та сил тертя F_t на робочій поверхні стійки R_G . Результуюча сила R_G відхиляється на кут внутрішнього тертя ґрунту φ .

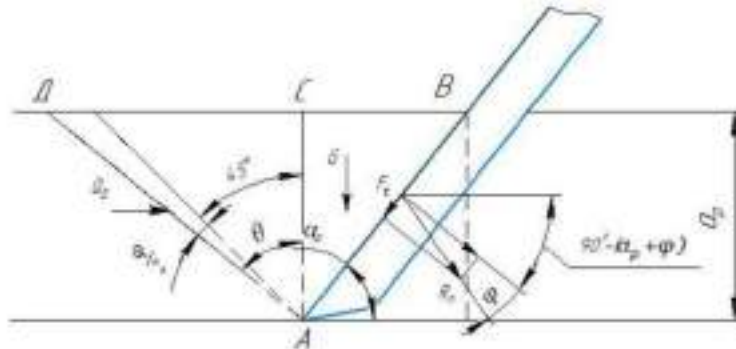


Рис.1. Схема визначення сил опору розпушувальної стійки

Джерело: сформовано автором

Проектуючи ці сили на осі координат x і y , отримуємо

$$Q_G = R_G \cdot \cos(90^\circ - (\alpha_p + \varphi)) = R_G \cdot \sin(\alpha_p + \varphi);$$

$$G = R_G \cdot \sin(90^\circ - (\alpha_p + \varphi)) = R_G \cdot \cos(\alpha_p + \varphi).$$

Звідки

$$Q_G = G \cdot \tan(\alpha_p + \varphi). \quad (2)$$

Вагу пласта визначимо з об'єму вирізаного пласта ґрунту з трикутників ABC і ACD з урахуванням щільності ґрунту $\gamma_{\text{п}}$ і ширини пласта, що вирізається b_p

$$G = \left(\frac{1}{2} \cdot a_p \cdot \tan(90^\circ - \alpha_p) \cdot a_p + \frac{1}{2} \cdot a_p \cdot \tan\theta \cdot a_p \right) \cdot \gamma_{\text{п}} \cdot b_p$$

після перетворень

$$G = \frac{1}{2} \cdot a_p^2 \cdot \gamma_{\text{п}} \cdot b_p \cdot (\cot \alpha_p + \tan\theta). \quad (3)$$

Враховуючи, що $R_G \cdot \sin(\alpha_p + \varphi) = R_{Gx}$, підставивши значення G з виразу (3) у (2) отримаємо

$$R_{Gx} = \left[\frac{1}{2} \cdot a_p^2 \cdot \gamma_{\text{п}} \cdot b_p \cdot (\cot \alpha_p + \tan\theta) \right] \cdot \tan(\alpha_p + \varphi) \quad (4)$$

Формула (4), що дає змогу визначити горизонтальну складову сил опору ваги пласта і сил тертя ґрунту на робочій поверхні клина, може бути використана для оцінки втрат енергії на подолання сил тертя під час роботи розпушувальної стійки.

Динамічний тиск пласта ґрунту F на робочу поверхню розпушувальної стійки, зумовлене інерцією пласта, можна розглядати, згідно з Синеоковим Г.М., як безперервний удар частинок ґрунту об поверхню робочого органа. Тоді за теоремою про зміну кількості руху можна знайти силу F [4, 5].

$$dm(\overline{v_a} - \overline{v_1}) = \overline{F} dt, \quad (5)$$

де $\overline{v_a}$ – швидкість абсолютного руху пласта ґрунту поверхнею клина, м/с;

$\overline{v_1}$ – початкова швидкість пласта ґрунту, м/с.

Враховуючи, що початкова швидкість $\overline{v_1} = 0$ з (5) отримаємо

$$F = \frac{dm}{dt} \overline{v_a}. \quad (6)$$

Маса ґрунту dm/dt , що надходить на робочу поверхню стійки в одиницю часу

$$\frac{dm}{dt} = a_p \cdot b_p \cdot v \cdot \frac{\gamma_{\text{п}}}{g} \quad (7)$$

Швидкість абсолютного руху шару ґрунту поверхнею розпушувальної стійки визначимо зі схеми деформації та руху шару ґрунту (рис. 2). Характер деформації ґрунту робочим органом і процес руху сколеного блоку ґрунтового шару приймемо згідно з Кулен А. і Куіперс Х., згідно з якою випереджальна тріщина й утворення грудки ґрунту відбувається під кутом ψ_{τ} від дна борозни,

при чому $\psi_{\tau}=45^{\circ}-\varphi/2$. Для піщаних і супіщаних ґрунтів при цьому відбувається відділення від ґрунту призмovidної брили, що має в поперечному перерізі форму трапеції O_1A_1AB . Надалі ця брила рухається поверхнею клина зі швидкістю v_r та одночасно ковзає по площині зсуву O_1A_1 зі швидкістю v_a .

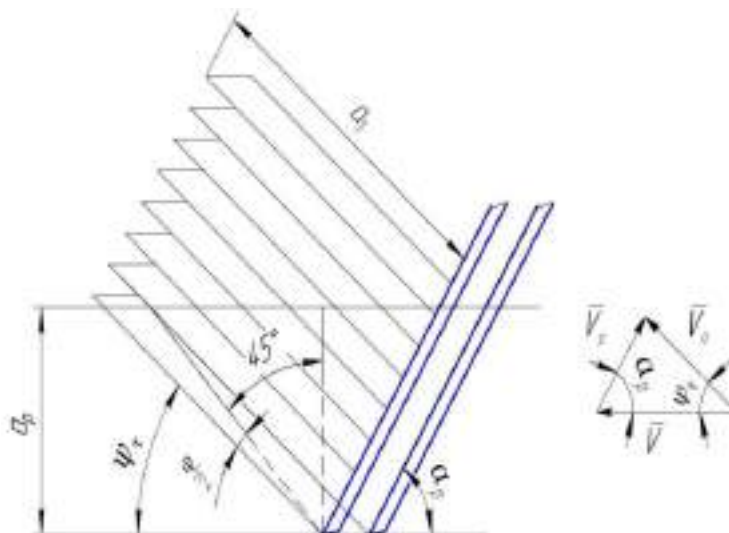


Рис. 2. Схема відриву і руху шару ґрунту поверхнею розпушувальної стійки
Джерело: сформовано автором

Із трикутника швидкостей (рис. 2) можна визначити

$$v_a = v \frac{\sin \alpha_r}{\sin (\alpha_r + \psi_{\tau})}; \quad (8)$$

$$v_r = v \frac{\sin \psi_{\tau}}{\sin (\alpha_r + \psi_{\tau})} \quad (9)$$

де v – робоча (поступальна) швидкість руху стійки.

Такий характер зміни швидкості руху пласта ґрунту (8) і (9) характерний для піщаних і супіщаних ґрунтів. Тому формули (8) і (9) необхідно використовувати під час обґрунтування тягового опору робочих органів, що використовуються для весняного смугового поверхневого обробітку ґрунтів, які пройшли осінній основний обробіток.

Підставимо секундну подачу ґрунту (7) і абсолютну швидкість руху (8) у формулу (6)

$$F = \frac{a_p \cdot b_p \cdot \gamma_{\text{п}}}{g} \cdot v^2 \cdot \frac{\sin \alpha_r}{\sin (\alpha_r + \psi_{\tau})} \quad (10)$$

Сила F діє на кінчик долота розпушувальної стійки, тому, що саме в цій зоні він надає ґрунту ударний імпульс, унаслідок якого ґрунт починає рухатися зі швидкістю v_a . Сила F врівноважується реактивною силою R_F , відхиленою на кут φ від нормалі до поверхні долота і підпором Q_G ґрунту, що знаходиться попереду необробленого ґрунту (рис. 3).

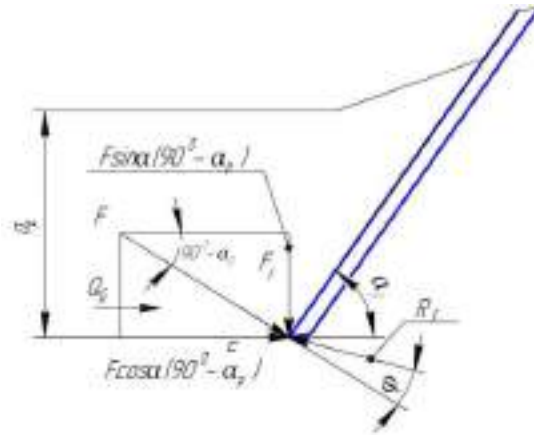


Рис 3. Схема визначення сили R_F
Джерело: сформовано автором

Розглянемо проекції сил на осі X і Y

$$R_{Fx} = Q_G + F \cdot \cos(90^\circ - \alpha_p),$$

$$R_{Fz} = F \cdot \sin(90^\circ - \alpha_p),$$

Які після перетворення набудуть вигляду

$$R_{Fx} = Q_G + F \cdot \sin \alpha_p, \quad (11)$$

$$R_{Fz} = F \cdot \cos \alpha_p. \quad (12)$$

Підставивши значення сили підпору необробленого ґрунту з виразу (2) і сили F з виразу (10) отримаємо вираз для визначення сили R_{Fx}

$$R_{Fx} = \frac{1}{2} \cdot a_p^2 \cdot y_{\text{п}} \cdot b_p \cdot (\cot \alpha_p + \tan \theta) + \frac{a_p \cdot b_p \cdot y_{\text{п}}}{g} \cdot v^2 \cdot \frac{\sin^2 \alpha_r}{\sin(\alpha_r + \psi_\tau)} \quad (13)$$

Під час взаємодії з ґрунтом робочих органів клиноподібної форми складові R_{Gx} та R_{Fx} мають постійне значення для конкретного стану ґрунту та параметрів робочого органу, а зусилля $R_{\text{дх}}$ «періодично змінюється від нуля до деякого максимального значення, що зумовлено циклічним характером деформації ґрунту під впливом клина». Тому з трьох складових тягового опору теоретично можна визначити лише два – R_{Gx} та R_{Fx} . З урахуванням цього формулу для визначення тягового опору розпушувальної стійки з урахуванням виразів для визначення R_{Gx} з (3) і R_{Fx} з (13) можна записати в такому вигляді

$$R_{x\text{р}} = \left[\frac{1}{2} \cdot a_p^2 \cdot y_{\text{п}} \cdot b_p \cdot (\cot \alpha_p + \tan \theta) \right] \cdot \tan(\alpha_p + \varphi) + \frac{1}{2} \cdot a_p^2 \cdot y_{\text{п}} \cdot b_p \cdot (\cot \alpha_p + \tan \theta) + \frac{a_p \cdot b_p \cdot y_{\text{п}}}{g} \cdot v^2 \cdot \frac{\sin^2 \alpha_r}{\sin(\alpha_r + \psi_\tau)} \quad (14)$$

Отриманий вираз (13) можна використовувати для попереднього обґрунтування тягового опору розпушувальних стійок під час обґрунтування загального тягового опору секції культиватора для смугового обробітку ґрунту та добору тягового класу трактора для його агрегування.

Прийнявши для розрахунків об'ємну вагу ґрунту $\gamma_{п}=1200$ кг/м³, відповідний для проєктування культиваторів, ширину розпушувальної стійки $b_p=0,03$ м, глибину ходу $a_p=0,2$, кут внутрішнього тертя ґрунту $\varphi=25^\circ$ як для середньо суглинкових ґрунтів, визначимо тяговий опір розпушувальної стійки за різних значень кута кришіння α_p .

У таблиці 1 подано результати розрахунків тягового опору розпушувальної стійки в разі зміни кута кришіння α_p і робочої швидкості руху, а на рис. 4 - графічна залежність.

Таблиця 1

Розрахункові значення тягового опору розпушувальної стійки

Кут кришіння α_r	Тяговий опір стійки R_{xp}, H			
	$v=1$ м/с	$v=1,5$ м/с	$v=2,0$ м/с	$v=2,5$ м/с
30	5,16	5,42	5,78	6,25
35	5,52	5,85	6,30	6,89
40	6,05	6,45	7,01	7,72
45	6,86	7,33	7,99	8,83
50	8,07	8,61	9,37	10,35
55	10,59	11,21	12,07	13,18
60	18,27	18,96	19,92	21,16

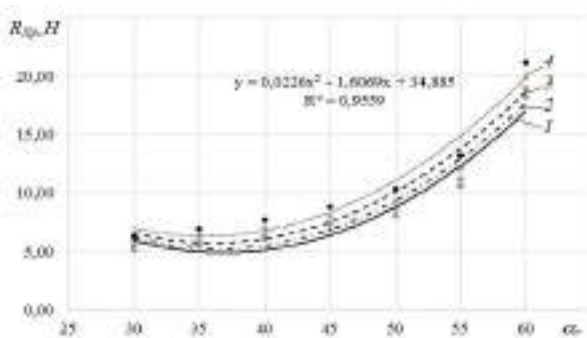
Джерело: сформовано автором

З графіка (рис. 4) видно, що тяговий опір розпушувальної стійки зростає зі збільшенням кута її встановлення до дна борозни α_r і робочої швидкості руху v . Різке збільшення тягового опору відбувається при збільшенні кута α_r більше 45° . У зв'язку з цим прийємо $\alpha_r = 40^\circ$. При цьому тяговий опір для двох розпушувальних стійок зміняться в межах 13,72...17,66 Н. Тяговий опір стрілкової лапи можна визначити за спрощеною формулою Горячкіна В.П. [6]

$$R_{хл} = k \cdot a_{л} \cdot b_{л}, \quad (15)$$

де k – питомий опір ґрунту, Н/м².

Питомий опір ґрунту під час роботи стрілчастих лап на глибині 6...8 см становить, згідно з даними Синеокова Г.М. 80...130 Н/м, для прийнятої глибини ходу стрілкової лапи $k=115$ Н/м.



1 – $v=1$ м/с; 2 – $v=1,5$ м/с; 3 – $v=2,0$ м/с; 4 – $v=2,5$ м/с

Рис. 4. Залежність тягового опору розпушувальної стійки R_{xp} від кута кришіння α_r

Джерело: сформовано автором

Тоді за ширини захвату лапи $b_{\text{л}}$ що дорівнює ширині посівного ложа d ($b_{\text{л}}=d=0,1$ м) тяговий опір стрілкової лапи згідно з формулою (15) $R_{\text{хл}}=8\text{--}13$ Н.

Висновки. Отримано аналітичні вирази для визначення тягового опору розпушувальних стійок агрегата для смугового посіву. Тяговий опір розпушувальної стійки зростає зі збільшенням кута її встановлення до дна борозни α_r і робочої швидкості руху v . Різке збільшення тягового опору відбувається при збільшенні кута α_r більше 45° .

Список використаної літератури.

1. Твердохліб І.В., Борисюк Д.В., Захарчук С.А., Петрович Є.В. «Перспективи розвитку машин для обробітку ґрунту». *Всеукраїнський науково-технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК»*. 2015. Вип. №2 (90) С. 5–9

2. Серета Л.П., Труханська О.О., Швець Л.В. Розробка і дослідження ґрунтообробної машини для технології strip-till з активними фрезерними робочими органами. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2019.№4(95). С.108 –118.

3. Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А., Руткевич В.С., Моторна О.О. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: Твори, 2020. 355 с.

4. Войтюк Д.Г., Барановський М.В., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.

5. Булгаков В.М., В.П. Горобей Вдосконалення конструкції комбінованого дводисково–анкерного сошник. *Вісник аграрної науки* 2016. № 4. С. 57–64.

6. Кюрчев В.М., Веселовська Н.Р., Бурлака С.А. Підвищення тягово–зчіпних характеристик енергетичного засобу при проведенні комбінованих операцій обробітку ґрунту. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2023. №1 (120). С. 48–53.

Владислава НАГОРЯНСЬКА⁷,
Студентка 3-го курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ ВІБРАЦІЙНОГО ПОДРІБНЮВАЧА ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ ГРАНУЛ (ПЕЛЕТ)

***Анотація.** Сучасні промислові підприємства знаходяться сьогодні на початку шляху побудови ефективної інноваційної економіки. Складність і новизна даного шляху породжує велику кількість методологічних проблем, які необхідно вирішувати, та питань, на які необхідно давати відповіді. Широко визнається, що інновації є центральним фактором зростання виробництва та продуктивності праці. Завдяки прогресу в технологіях та збільшенню інформаційних потоків знання розглядаються як основна рушійна сила економічного зростання та інновацій.*

***Ключові слова:** Вібраційний подрібнювач, грануляція, пелети, технологія виробництва, контроль якості.*

***Annotation.** Today, modern industrial enterprises are at the beginning of the path of building an effective innovative economy. The complexity and novelty of this path gives rise to a large number of methodological problems that need to be solved and questions that need to be answered. It is widely recognized that innovation is a central factor in the growth of production and labor productivity. Thanks to advances in technology and increased information flows, knowledge is seen as a major driver of economic growth and innovation.*

***Key words:** Vibrating crusher, granulation, pellets, production technology, quality control.*

Вступ. Основою економічного та соціального розвитку України визначено раціональне інвестування в розвиток технічного переобладнання виробництва, орієнтація на швидке створення та використання нової техніки, матеріалів, застосування високопродуктивних та енергозберігаючих технологій.

Ці проблеми можуть вирішуватися завдяки впровадженню сучасних технологій в яких інтенсифікація процесів досягається за рахунок застосування вібраційного впливу на об'єкт обробки.

Зокрема такий підхід є актуальним для подальшого розвитку засобів для переробки та покращення якості сировини майже в усіх галузях виробництва.

Актуальність теми. В умовах сучасної енергетичної кризи постає питання щодо використання альтернативних джерел енергії, реалізація яких неможлива без інноваційних технологій та застосування енергоощадного переробного обладнання.

⁷Науковий керівник: Веселовська Н.Р. д.т.н, професор кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

На сьогодні одним з перспективних напрямів енергозабезпечення є використання висококалорійних твердопаливних брикетів, пелет та гранул для теплових підстанцій комунального та сільськогосподарського призначення. Альтернативою відходам деревообробки для пресування гранул (пелетів) є сільськогосподарські відходи (солома озимих та ярих культур, лузга, стовбури і качани кукурудзи, лушпиння та стовбури соняшника).

Мета і задачі досліджень. Метою статті є розробка, створення і дослідження вібраційного млина з просторово-циркуляційним рухом завантаження для приготування сировини гранул (пелет).

Об'єкт дослідження – процеси та обладнання вібраційної обробки сипучих матеріалів.

Предмет дослідження – механічний привод машини для вібраційного подрібнення сипучих матеріалів.

Виклад основного матеріалу: Техніко-економічне обґрунтування доцільності розробки нового технічного рішення. З огляду на той факт, що становлення ринкових відносин в Україні привело до підвищення ролі економічних результатів у процесі прийняття управлінських рішень про доцільність здійснення будь-якого виду діяльності, останнім часом суттєво зросла значущість такого етапу інноваційного процесу, як економічне обґрунтування, в ході якого здійснюється перехід від невизначеної зацікавленості в нововведеннях до формування чітких і стійких економічних мотивів постійного їхнього використання. Особливого значення вказаному етапу надає тяжкість можливих негативних наслідків від реалізації мало- або неефективних нововведень та існуючий дефіцит інвестиційних ресурсів [1-9].

Технічна реалізація вібраційних подрібнювачів. При створенні вібраційних млинів безперервної дії з просторовим циркуляційним рухом завантаження (мелючи тіла і матеріал, що подрібнюється) необхідно вирішити дві основні задачі:

- забезпечення циркуляційного руху завантаження;
- відділення і вивантаження подрібненого матеріалу з помольної камери.

У торовидного вібротростина матеріал, що подрібнюється, рухається по кільцевій помольній камері 2 (рис. 1), попутно подрібнюючись до визначеного гранулометричного складу, а потім зсипається через розвантажувальні ґрати 7. Зміна довжини проходу продукції за рахунок повороту кришки 4 відносно осі корпусу при обертанні шестерні 6 забезпечує регулювання якісного складу продукції

Інший торовидний вібротростин відрізняється наявністю в нижній частині помольної камери 4 (рис. 2) з сепаруючою декою 2, що виконана у вигляді зрізаного конусу, нижня менша основа якого з'єднується з внутрішньою кільцевою щілиною 7. Між зовнішнім (відносно центру тора) краєм щілки і конічною стінкою деки утворений щілинний прохід завантаження, на виході з якого укладені мелючі тіла 6. При роботі вібротростина шматки сировини, що завантажуються в патрубок 9 подрібнюються до досягнення визначеної товщини, після чого в результаті вібросепарації подрібнений матеріал проходить через щілину 7 нагору по деці 2 у збірник 8. У такий спосіб досягається безперервний

вихід часток продукції необхідних розмірів. Поєднання процесів подрібнення і змішування має місце в тарілчастому вібромлині [6-9], що обладнаний патрубками 1 і 7 (рис. 3) центрального завантаження і розвантаження, вібробуджувачами 3, аксіально встановленою в помольній камері 6 гільзою 8 із ярусними щілинами 9, перфорованими тарілками 5, що несуть мелючі тіла 4.

На кожному ярусі камера розмелу має тангенційно стичні з нею патрубки 10 пневмопроводу. У результаті подрібнювання частки розмеленого матеріалу через ґратки 5 відразу закручуються на кожному ярусі вихривими потоками та в аеродинамічному потоці класифікуються: дрібні фракції виносяться через щілини 9 у порожнину гільзи 8 до патрубків 1, а крупні фракції осідають на нижчерозташоване мелюче середовище де і домелюються.

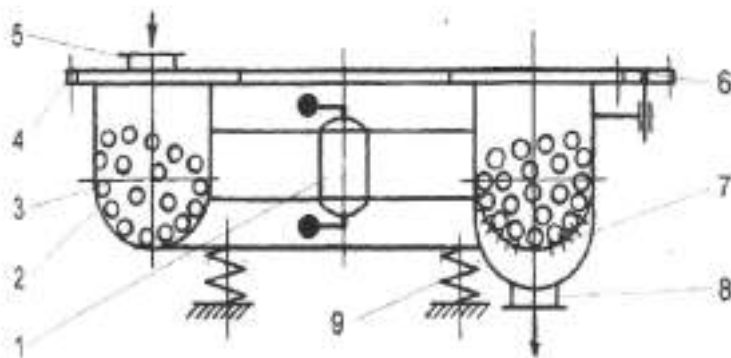


Рис. 1. Схема торовидного вібромлина з пристроєм для регулювання якості отримуваної продукції: 1 - вібробуджувач; 2 - торовидна робоча камера; 3 - мелюче тіло; 4 - кришка із зубчастим вінцем; 5,8- патрубки для завантаження та розвантаження; 6 - шестерня; 7-сепаратор; 9- пружна опора

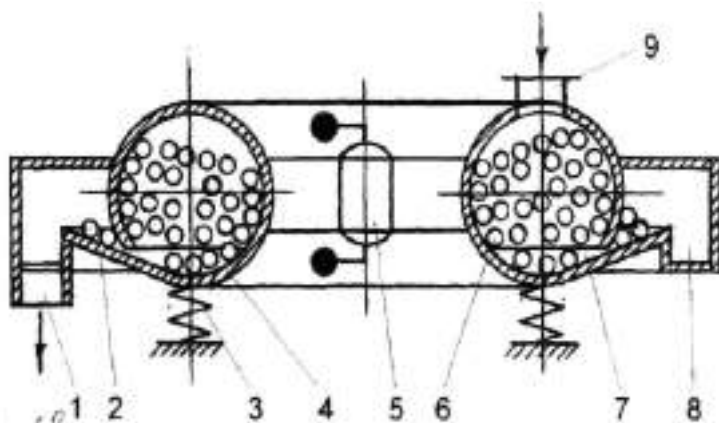


Рис. 2. Схема торовидного вібромлина з сепарувальною декою: 1,9- патрубки для завантаження та розвантаження; 2 - сепарувальна дека; 3 - пружна опора; 4 - торовидна робоча камера; 5 - вібробуджувач; 6 - мелюче тіло; 7 - кільцева щілина; 8 - збірник

Система пневмовідбору одержуваних фракцій продукції також має місце в барабанному вібромлині, у помольній камері 1 (рис.1.4) якого встановлена перфорована втулка 3, що відокремлює від робочої зони пневмопорожнину 4 винесення подрібнюваного продукту. Вібробуджувач 6 установки забезпечує коливання робочої камери і відповідно циркуляційний рух елементів технологічного завантаження. В результаті подрібнювання до необхідних

розмірів частки продукції просипаються через перфорації в трубу4. Безперервний режим розмелу забезпечує підвищення продуктивності аналізованої установки.

З метою збільшення виходу тонких фракції в безперервному режимі помелу робоча камера вібромлина має днище 6 (рис. 5), що виконане у вигляді зрізаного конуса з меншою основою вгорі.

Вібромлин [6-9] характеризується наявністю шарнірних бортів 5 (рис. 6), підпружинених відносно корпусу, що несе двоконтейнерну робочу камеру, установлену на нерухомій основі за допомогою пружних опор 2. На бортах 5 контейнерів за допомогою ребер 3 монтуються вібробуджувачі 4. У нижній частині шарнірні борти 5 за допомогою осей 10 сполучені з робочою камерою 1, а у верхній - з торцевими стінками 9 за допомогою стержневих пружин 8. У період робочого циклу машини борти 5, що коливаються на осях 10 впливають усією своєю поверхнею на завантаження, сприяючи інтенсифікації робочого режиму і підвищенню ступеня подрібнення матеріалу.

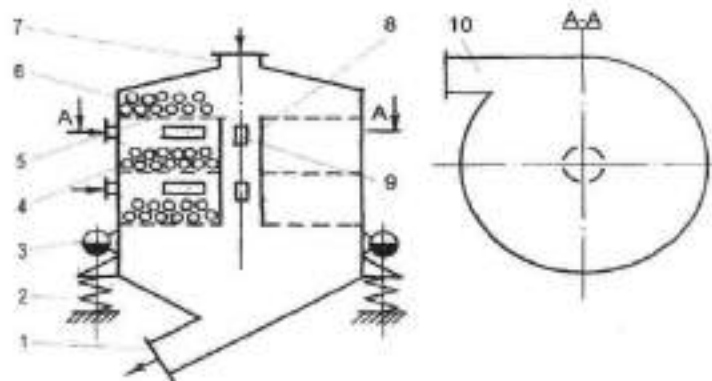


Рис. 3. Схема тарілкового вібромлина: 1,7- патрубки для завантаження та розвантаження; 2 - пружна опора; 3 -вібробуджувач; 4 - мелюче тіло; 5 - перфорована тарілка; 6 - робочий контейнер; 8 -гільза; 9 - ярусні щілини; 10 - патрубки пневмовводу

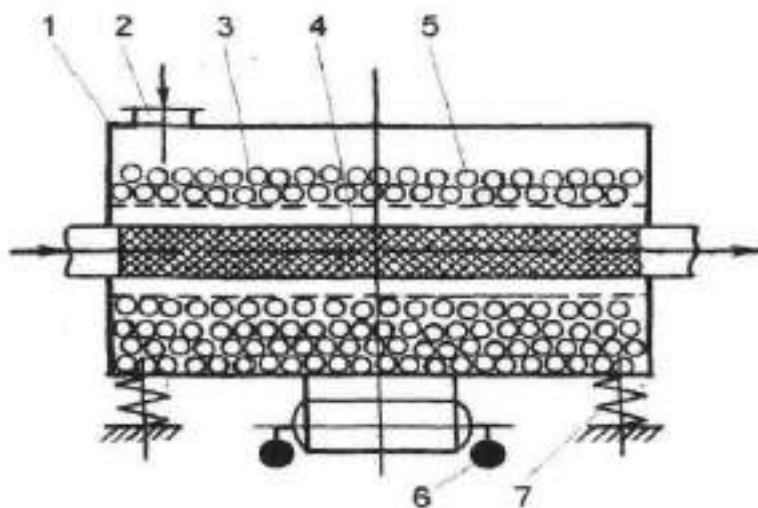


Рис. 4. Схема барабанного вібромлина з пневматичним відбиранням фракцій продукції: 1 - помольна камера; 2 - патрубков для завантаження; 3-перфорована втулка; 4 - труба пневмовідведення; 5 - мелюче тіло; 6-вібробуджувач; 7-пружна опора

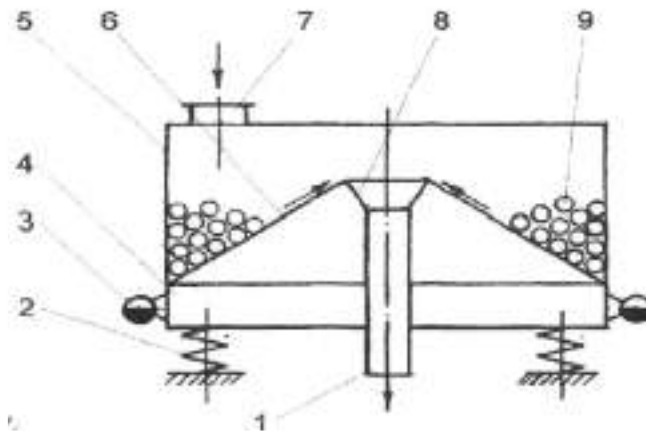


Рис. 5. Схема барабанного вібрмлина з конічним днищем робочої камери: 1,7- патрубки для розвантаження та розвантаження; 2 - пружна опора; 3 - вібробуджувач; 4 - рама; 5 - помольна камера; 6 - конусне днище; 8 - приймальний лоток; 9 - мелюче тіло

Прикладом конструктивного виконання представлених конструктивних схем вібраційних млинів можна вважати млин фірми ФРН KHD Humboldt Wedag AG з нижнім розміщенням вібробуджувач. З таким компонованням, як правило, випускаються млини порівняно невеликих розмірів.

Особливості застосування вібраційного подрібнювача для помелу сировини при виготовленні паливних гранул. З усієї сукупності факторів, що визначають здатність біомаси до гранулюванню, основним є фізико-хімічна характеристика продукту. Враховуючи, що у складі сухих речовин біомаси понад 90% припадає на частку біополімерів (целюлоза, полісахариди, лігнін та ін.), Була висунута робоча гіпотеза, згідно з якою в основі механізму гранулювання біомаси лежать фізико-хімічні та хімічні перетворення біополімерів. Не менш важливим фактором, що впливає на гранулювання біомаси, є її макроструктура.

Аналіз даних дозволяє зробити висновок, що паливні брикети, пелети з високою щільністю не поступаються теплотворною здатністю деревним паливним брикетам. Виняток становить тільки зольність, для паливного брикету з деревини вона становить близько 0,5%, для соломи – в межах 5,5%. І все ж дане джерело вважається перспективним.

Типовий технологічний процес виробництва брикетів та пелетів застосовуваний в Західній Європі та Україні зображений на рисунку 7. Аналіз технологічного процесу дозволяє зробити висновок, що зниження енергозатрат на виробництво одиниці продукції можливе за рахунок виключення процесу сушіння сировини, яке становить 34,2% загальних витрат.

Відомо, що одними з основних показників якості пресованих пелет є їх твердість і щільність. При застосуванні тонкого помелу вологої біомаси з подальшим пресуванням в шнекових пресах можливе отримання пелет високої щільності, яка оцінюється механічною міцністю гранул чи пелет .

Пелети тонкого помелу більш енергоємкісні та мають достатню механічну міцність. При спалюванні такого виду палива краще контролюється сам процес спалювання та вихід енергії.

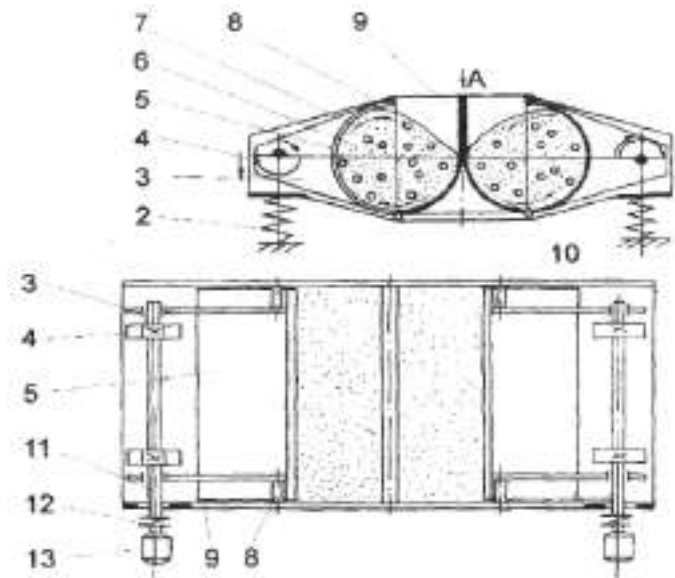


Рис. 6. Схема вібротлина з шарнірними бортами:

1-робоча камера; 2 - пружна опора; 3 - ребра; 4 - вібробуджувачі; 5 - шарнірний борт; 6 - продукція, що подрібнюється; 7 - мелюче тіло; 8 - стержнева пружина; 9 - торцеві стінки; 10 - вісь шарніра; 11 - привідний вал; 12 - пружна муфта; 13 - приводний двигун

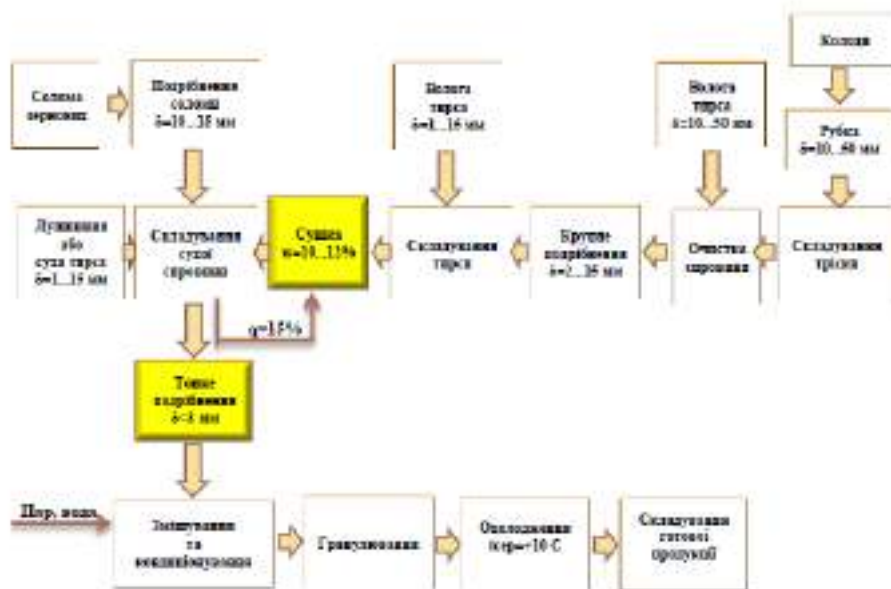


Рис. 7. Технологічний процес виробництва брикетів та палет

Для тонкого та надтонкого подрібнювання продукції звичайно використовуються вібротлини. Такі вібротлини, як правило, оснащуються дистанційним керуванням, системами класифікації і пневмотранспортування продукції для забезпечення часткової або повної автоматизації технологічного процесу.

У вібраційному млині використовують два принципи подрібнення: удар та стирання оброблювального матеріалу при взаємодії його частинок між собою

та з поверхнею робочого тіла. Такий принцип дозволяє знизити енерговитрати на подрібнення при одночасному підвищенні якості помолу.

Вібраційний вплив на продукцію істотно збільшує ударностираючий ефект при можливості широкого і роздільного варіювання ударного (за рахунок зміни параметрів вібрації) та стираючого факторів (при зміні форми коливань, конструктивного виконання робочої камери тощо).

На рисунку 8 представлена запропонована нами принципова схема помольної камери вібраційного млина безперервної дії. Як видно зі схеми млина, практично відсутні будь які механізми, які забезпечують циркуляційні рухи завантаження, що краще в технологічному процесі для подрібнення.

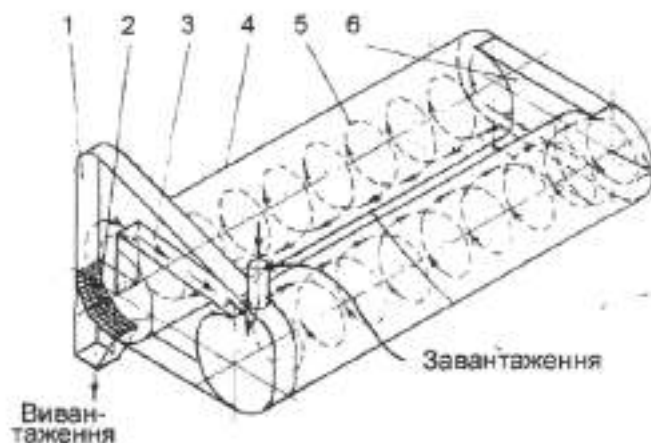


Рис. 8. Принципова схема помольної камери вібраційного млина безперервної дії МВ-15:
 1 - вертикальний жолоб; 2 - вивантажувальна решітка; 3 - транспортний лоток;
 4 - помольна камера; 5 - траєкторія руху завантаження; 6 - перехідний жолоб

В процесі руху завантаження в помельній камері не весь матеріал, що подрібнюється, захоплюється в каскадний рух, і в перетині помельної камери спостерігається «застійна зона», у якій подрібнювання практично відсутнє.

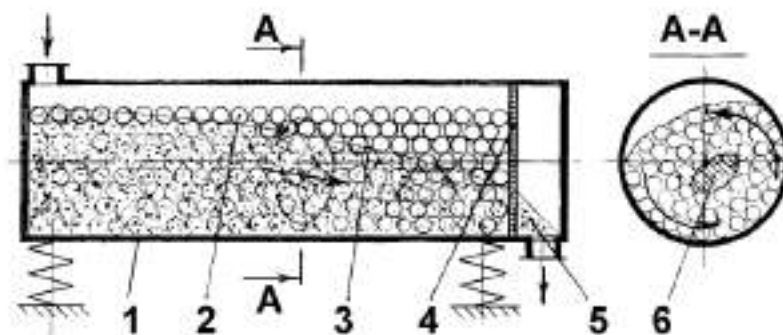


Рис. 9. Схема руху матеріалу, що подрібнюється, у вібраційному млині безперервної дії:
 1 – робоча камера; 2 – робоче середовище (ударні тіла); 3 – рівень розподілу матеріалу;
 4 – ґрати; 5 – подрібнений матеріал; 6 – «застійна зона»

Це зв'язано з різким згасанням вібраційної енергії при передачі її від зовнішніх шарів до внутрішніх й утворенням у центрі помельної камери щільного малорухомого ядра.

Принциповим недоліком вібраційних млинів в одновібраторному виконанні є те, що величина змушуючої сили віброзбуджувача обмежується

допустимими навантаженнями їх ніж підшипникових вузлів, а також труднощами при їх збиранні і розбиранні. Тому створення потужних вібробуджувачів можливо насамперед шляхом агрегування універсальних простих (двохпорних) вібробуджувачів.

Висновки. Проаналізувавши стан науково-дослідних і проектно-конструкторських робіт зі створення вібраційних млинів, варто відзначити, що за останні роки в ряді галузей, зокрема в гірничо-металургійній, хімічній, будівельній. Значна швидкість протікання механічних і тепломасообмінних процесів, високий ступінь однорідності одержуваної продукції, можливість ефективного здійснення тонкого подрібнювання і диспергування продуктів при порівняно невисоких енерговитратах зумовлюють широке використання вібраційного подрібнювання.

Список використаних літератури

1. Веселовська Н. Р. Задачі моделювання технологічних систем Вібрації в техніці та технологія. 2007. № 2(47). С.16-20.
2. Веселовська Н. Р. Задачі математичного моделювання для оптимізації технологічних систем. *Вісник Тернопільського державного технічного університету*. 2006. № 1. Том 11. С. 143-151.
3. Веселовська Н. Р. Загальні принципи підвищення надійності та ефективності діагностування обладнання з гідроімпульсним приводом. *Промислова гідравліка і пневматика*. 2012. №1(35). С.103–108.
4. Веселовська Н. Р. Створення адекватної моделі системи підтримки прийняття рішень . Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Інновації та трансфер технологій: від ідеї до прибутку» – Дніпропетровськ. 2012. С. 189-190.
5. Солоня О.В. Перспективи застосування вібропланетарної обробки при подрібненні твердотільних матеріалів для виготовлення пелет. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2016. №1(93). С. 84 – 87 .

Денис ВОЛИНСЬКИЙ⁸,

Студент 3 курсу,

Інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ТА ВИБІР СУЧАСНОГО МАТЕРІАЛУ ЗД ДРУКУ

Анотація. Дана стаття детально розглядає використання полілактида (ПЛА) та сополімеру PETG у 3D-друку. ПЛА - це популярний матеріал для 3D-друку, який характеризується високою стабільністю розмірів. PETG - це

⁸Науковий керівник: Луц П. М к.т.н., старший викладач кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

гнучкий, який витримує агресивні середовища та вбирає вологу з повітря. Обидва матеріали мають свої переваги та обмеження, що робить їх підходящими для різних застосувань у 3D-друку. В статті проаналізовані характеристики обох матеріалів, їхні технічні можливості та області застосування, щоб допомогти вибрати найбільш підходящий матеріал для конкретного проекту у 3D-друку.

Ключові слова: матеріал, 3D-друк, полілактид, сополімер,

Annotation. This article examines in detail the vicarious polylactide (PLA) and PETG copolymer in a 3D device. PLA is a popular material for 3D products, which is characterized by high dimensional stability. PETG is viscous, which penetrates aggressive media and absorbs moisture from the surface. Both materials have their own merits and interchanges to make them suitable for different applications in a 3D hand. The statistics analyze the characteristics of both materials, their technical capabilities and areas of application, to help select the most suitable material for a specific project from a 3D designer. **Key words:** material, 3D-druk.

Key words: material, 3D-druk, polylactide, copolymer,

Вступ. В сучасному світі 3D-друк відіграє важливу роль у виробництві, медицині, освітньому процесі та багатьох інших галузях. Одним з ключових аспектів 3D-друку є вибір матеріалу. У цьому контексті, полілактид (ПЛА), сополімер PETG та ABS є трьома популярними матеріалами, які використовують у 3D-друці. Вони мають свої переваги та недоліки, які роблять їх підходящими для різних застосувань. У цьому викладі ми розглянемо властивості цих матеріалів, їх використання та особливості друку з них.

Основний матеріал: ПЛА є найпопулярнішим матеріалом для 3D-друку, завдяки його високій стабільності розмірів, високій геометричній складності та високій роздільній здатності друку. Він має низьку усадку, високу адгезію до платформи та між шарами, що дозволяє друкувати без деламінації та деформації готового виробу. Проте, ПЛА крихкий і має низьку температуру експлуатації, що обмежує його використання для більшості технічних виробів.

З іншого боку, PETG - це сополімер, який стрімко набирає популярності як серед мейкерів-ентузіастів, так і серед професійних користувачів. Цей матеріал поєднує переваги ПЛА та ABS, пропонуючи дуже вдале поєднання експлуатаційних характеристик. Він є нетоксичним, не завдає шкоди навколишньому середовищу і при друку не виділяє запаху. Він має малу усадку і не схильний до деформації. PETG забезпечує набагато більш високу механічну міцність, ніж ПЛА, а глянцевої поверхні виробів буде досягти набагато простіше, ніж у випадку з ABS.

У подальшому викладі ми детальніше розглянемо ці матеріали, їх властивості та особливості друку з них. Зокрема, ми розглянемо температурні режими друку, вплив вологи на якість друку, а також приклади виробів, надрукованих з цих матеріалів.

Виклад основного матеріалу. Полілактид (PLA або ПЛА) - найпопулярніший матеріал для 3д принтера, який широко використовується у

наукових цілях для моделювання. Їм друкують при температурі екструдера 200-220 °С і температурі рухомої платформи (поверхні друку) – 50-70 °С.



Рис. 1. Бухта нитки PLA пластику чорного кольору

PLA – нитка для 3д принтера з полілактиду (рис. 1) дозволяє створювати габаритні моделі з високою стабільністю розмірів, високою геометричною складністю і високою роздільною здатністю друку. У цьому матеріалі низька усадка, висока адгезія до платформи, а також між шарами, що дозволяє друк без деламінації і деформації готового виробу. Також PLA володіє високою жорсткістю і високою міцністю на розрив, проте, він крихкий, із низькою температурою експлуатації, що не дозволяє його використовувати для більшості технічних виробів.

Зазвичай, PLA доступний з діаметром нитки 1,75 мм, але можна зустріти із діаметром 2.85 мм в 12 стандартних кольорах: натуральний, білий, чорний, жовтий, помаранчевий, червоний, зелений, салатний, синій, фіолетовий, металік, золотий.

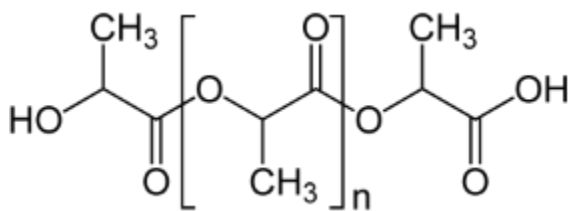


Рис. 2. Формула PLA пластика

PLA-пластик являє собою біорозкладний термопластичний полієфір, що одержують на основі молочної кислоти (рис. 2) - продукту перероблення кукурудзи, крохмалю, целюлози тощо. При нагріванні, PLA пластик видає напівсолодкий запах крохмалю.

Практично повна відсутність усадки в цього пластика сприяє правильному друку моделі, а також забезпечує його високу роздільну, що дозволяє створювати моделі з більшою складною геометрією, ніж при використанні ABS. Під час друку PLA-пластиком рекомендується використовувати вентилятор для більш швидкого затвердіння виробів і досягнення більш високої якості друку. При належному охолодженні PLA дозволяє друкувати з максимальною швидкістю, меншою висотою шару і більш гострими кутами. Завдяки цим перевагам, разом у поєднанні з низькою

деформацією, PLA-пластик частіше вибирають для домашніх і шкільних принтерів, а також аматорського друку (рис. 3) [1].



Рис. 3. Приклади друку пластиком PLA

Використання сополімеру PETG для 3Д друку. Історія винаходу PETG пов'язана із вченим Д.Уінфілдом та Д.Діксоном, людьми, які займалися дослідженнями, результатом яких мали стати синтетичні волокна на кшталт нейлону.

Нейлон – поліамід, який виник у 1935 році, справивши справжній фурор, використовується по сьогодні для виготовлення різних предметів, включаючи втулки, вкладиші, плівки та тонкі покриття, але ПЕТ на ім'я терилен довгий час був таємним, тому що в період тридцятих років діяли закони воєнного часу і всі розробки були під грифом «таємно». Лише у 1946 році з терилену зняли секретність.

Пластик PETG має приємний глянцевий зовнішній вигляд (рис. 4). Незважаючи на гнучкість та еластичність у первісному вигляді, в процесі друку, деталі виходять міцними, ударостійкими, атмосферостійкими і витримують більшість агресивних середовищ. Також даний пластмас вбирає вологу з повітря, як правило, якщо від розкриття упаковки до чергового застосування пройшло більше 2 місяців, пластик рекомендується 4 години сушити при 60°C. Якість друку після сушіння значно покращиться [2].

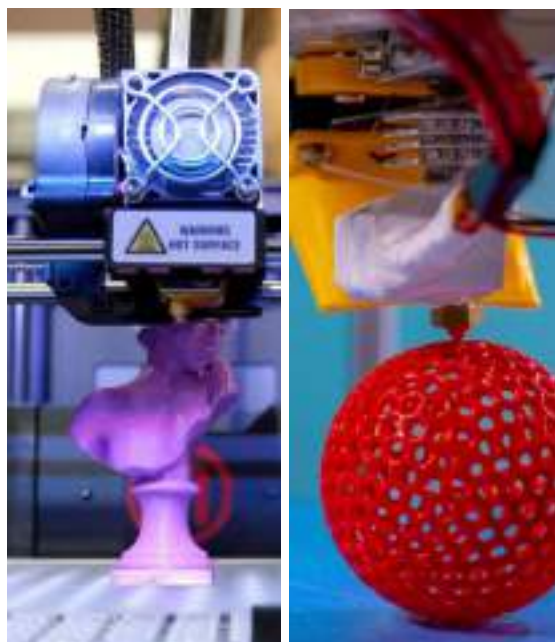


Рис. 4. Приклади друку пластиком PETG

Пластик PETG стрімко набирає популярності як у мейкерів-ентузіастів, так і у професійних користувачів. Цей матеріал поєднує переваги PLA і ABS, пропонуючи дуже вдале поєднання експлуатаційних характеристик. Його часто застосовують в електроніці та електриці, при виробництві упаковки, канцелярського приладдя, іграшок (рис. 4).

Пластик є нетоксичним, не завдає шкоди навколишньому середовищу і при друку не виділяє запаху. Він має малу усадку і не схильний до деформації. Має малу гігроскопічність і стійкий до різних миючих засобів. PETG забезпечує набагато більш високу механічну міцність, ніж PLA, а глянцевої поверхні виробів буде досягти набагато простіше, ніж у випадку з ABS.

Як для роботи з пластиком PETG так і для інших видів пластмас слід враховувати особливості виготовлення на виробництві, але в загальному знадобиться екструдер з температурою 230 - 250 °С і друкарська платформа, що здатна розігріватися до 25 - 80 °С. Швидкість друку повинна бути в діапазоні від 30 до 80 мм/с [3].

Використання ABS у 3Д друці. Нитка ABS є однією з найбільш широко використовуваних пластмас. Його головними перевагами є висока механічна міцність і стійкість до агресивних речовин.

При відсутності прямих сонячних променів вироби з ABS служать дуже довго, тому його використовують для виробництва деталей, які можуть відчувати високі статичні навантаження.

Зазвичай, пластик доступний у 16 кольорах і має величезну кількість застосувань, а саме: виготовлення корпусів для електроніки, побутової техніки, автомобільних деталей, медичного обладнання, дитячих іграшок, спортивного інвентарю, побутових товарів, труб, фітінгів тощо.

В цілому, пластик відмінно підходить для загального моделювання і прототипування у всіх областях промисловості і дизайну (рис. 5), а також для створення деталей машин і механізмів, де в першу чергу потрібна висока механічна міцність.

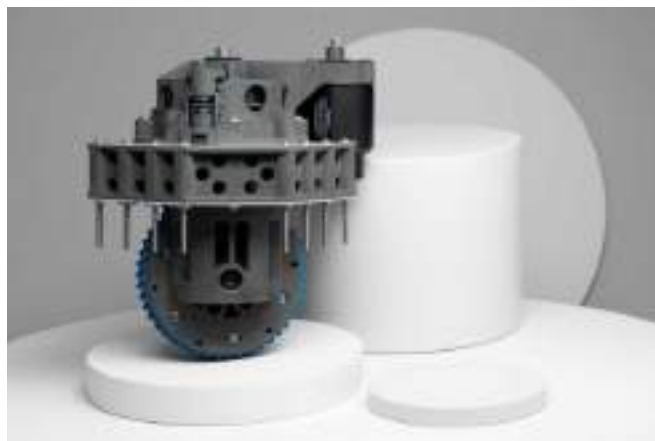


Рис 5. Приклад для друку ABS

Перед початком друку слід додержуватись загальних рекомендацій. На самперед слід підготувати стіл до друку, переконавшись, що перший шар добре приклеївся, іноді буде складно уникнути загнутих країв моделі, під час друку

важливо закрити принтер або область друку, щоб уникнути зовнішніх фізичних впливів, виключити протяги або продування, оскільки вони можуть погіршити зчеплення, особливо у великих моделях. Також для кращої якості друку краще друкувати зі швидкістю не більше 50-60 мм/с, в залежності від типу пластмаси. При цьому також важливо забезпечити провітрювання приміщення або покинути приміщення в процесі друку, бо при плавленні ABS виділяється токсична речовина. Рекомендований рівень заповнення моделі становить 95-96%. При більш високих заповненнях внутрішня напруга призводить до деформації деталі і знижує точність розмірів. Дробровку проводять дихлорметаном, ацетоном та іншими речовинами. Перш за все, він дозволяє вирівняти поверхню і надати глянець, хоча може поліпшити і адгезію [4].

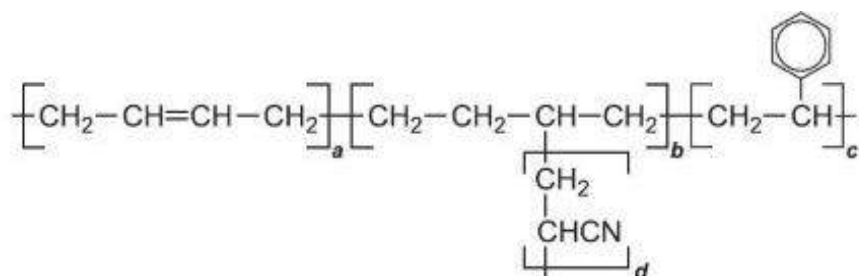


Рис. 6. Формула ABS пластика



Рис. 7. Приклади друку пластиком різних видів

ABS (акрилонітрил-бутадієн-стирол) – це потрійний співполімер (рис. 6), його отримують полімеризацією стиролу з акрилонітрилом в присутності полібутадієну. Пропорції можуть варіюватися від 15 до 35% акрилонітрилу, від 5 до 30% бутадієну і від 40 до 60% стиролу. Співполімер стиролу (полістирол), бутадієну (каучук) і акрилонітрилу (SAN-пластики) зібрав в собі всі переваги цих полімерів. У даній комбінації акрилонітрил додає поверхневу твердість і стійкість до корозії, бутадієн забезпечує відмінну ударну в'язкість і міцність, а стирол надає матеріалу твердість. Таким чином, ABS, як матеріал в експлуатації, фактично не має недоліків: він механічно міцний, удароміцний, термостійкий, стійкий до розчинів лугів та кислот, спиртів, але легко піддається, як механічній, так і хімічній (обробка парами ацетону) обробці, легко склеюється ацетоном, при цьому утворює, фактично, монолітну структуру.

ABS є відмінним матеріалом для реалізації різних проектів (рис. 7), легко піддається механічній обробці, популярний в системах швидкого прототипування завдяки своїм температурним характеристикам – досить високій, щоб не виникало небажаних деформацій при невеликому нагріванні в побутових умовах, але досить низькій для безпечної екструзії за допомогою стандартних інструментів [1].

Висновки. У статті детально розглянуто три матеріали 3D-друку – полілактид (ПЛА), сополімер PETG та ABS. ПЛА – це біорозкладний термопластичний полієфір, який використовується для створення габаритних моделей з високою стабільністю розмірів та геометричною складністю. PETG – це гнучкий та еластичний матеріал, який витримує агресивні середовища та вбирає вологу з повітря. ABS – матеріал, який переважно використовують у конструкційному виробництві. Всі матеріали мають свої переваги та обмеження, що робить їх підходящими для різних застосувань у 3D-друку. Загалом, стаття є корисним джерелом інформації для тих, хто цікавиться 3D-друком та хоче дізнатися більше про сучасні матеріали, які використовуються для макетування у галузі машинобудування та агроінженерії вцілому.

Список використаної літератури

1. MonoFilament Print your world: веб-сайт. URL: <https://monofilament.com.ua/ua/products/standartnye-materialy/pla/pla-chernyj> (дата звернення 20.03.2024)
2. 3D Bro: веб-сайт. URL: <https://petg.com.ua> (дата звернення 20.03.2024)
3. All 3DP: веб-сайт. URL <https://all3dp.com.ua/chornij-petg-plastik-tronxy-dlya-3d-printera-340m-1-kg-175-mm> (дата звернення 20.03.2024)
4. Plexiwire filament: веб-сайт. URL <https://shop.plexiwire.com.ua/ru/abs-filament/abs-white-400/> (дата звернення 20.03.2024)

Вадим ГАНЖА⁹,

Студент 3 курсу,

Інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ЩІЛЬНОСТІ СТЕБЛОВИХ КОРМІВ В СЕРЕДИНІ РУЛОНУ

Анотація. Розглядається питання розподілу щільності стеблових кормів всередині рулону. На основі аналізу розподілу щільності усередині рулону, встановлено, що щільність зростає і розподіляється від периферії до центру рулону по експоненційній залежності.

⁹Науковий керівник: к.т.н., доцент Руткевич В.С., кафедра машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

В результаті теоретичних досліджень встановлено, що значення напружень стиску ущільнюючого стеблового корму в значній мірі залежать від місця розташування всередині рулону. Найбільші напруження виникають на периферії рулону, найменші в серцевині рулону.

Ключові слова: стебловий корм, прес-підбирач, щільність, пружність, зусилля, напруження, рулон.

Annotation. The issue of density distribution of stem fodder is considered inside the roll. Based on the analysis of the density distribution inside the roll, establish that the density increases and is distributed from the periphery to the center of the roll according to an exponential dependence.

As a result of theoretical studies, it was established that the values of the compressive stresses of the compacting stem fodder largely depend on the location inside the roll, the greatest stresses occur on the periphery of the roll, the smallest in the core of the roll.

Key words: stem fodder, baler, density, elasticity, effort, tension, roll.

Вступ. В останні роки було визнано, що найбільш ефективною технологією заготівлі сіна є його пресування в рулони. Це дозволяє поліпшити безпеку, зменшити витрати праці при заготівлі та перевезенні. При заготівлі пресованого сіна в 2 – 2,5 рази скорочуються втрати листя [1-2].

Однак при застосуванні рулонної технології заготівлі сіна існує стримуючий фактор – відносно вузький діапазон вологості пресованої маси (18 – 22 %) [3]. Даний фактор незавжди вдається витримати в тому числі і при сприятливих умовах. А при більш високому вмісті вологи корм починає псуватися, виникає явище «самозігрівання», пов'язане з життєдіяльністю мікроорганізмів.

Одним з перспективних напрямків підвищення збереження стеблових кормів є створення умов для зниження мікробіологічної активності всередині рулонів пресованого сіна. Забезпечення рівномірної щільності в об'ємі пресованого сіна сприяє збереженню якості кормів при тривалому зберіганні.

Тому теоретичні дослідження розподілу щільності стеблових кормів в середині рулону мають важливе значення для підвищення його якості при закладанні на зберігання.

Виклад основного матеріалу. Підвищення збереження якості пресованого сіна залежить від розподілу щільності стеблових кормів всередині рулону. Розглянемо процес формування рулону в прес-підбирачі з пресувальною камерою постійного об'єму. Подача сіна в пресувальну камеру прес-підбирача визначається погонною масою валка і швидкістю руху агрегату [3].

Секундна подача сіна m_c (кг/с) в пресувальну камеру визначається погонною масою і швидкістю прес-підбирача

$$m_c = q_b \cdot V_n, \quad (1)$$

де q_b – погонна маса валка, кг/м;

V_n – швидкість прес-підбирача, м/с.

Питома маса валка (кг/м) визначається виразом

$$q_B = H \cdot L \cdot \gamma_0, \quad (2)$$

де H – висота валка, м;

L – ширина прес-підбирача (пресувальної камери), м;

γ_0 – початкова щільність валка сіна, кг/м³.

Прес-підбирачі з камерою пресування постійного об'єму виконують робочий процес в 2 етапи: 1 – етап первинне нагромадження сіна в камері пресування; 2 – етап пресування сіна до певної щільності. Час заповнення камери пресування визначається виразом [4]

$$t_0 = \frac{\pi \cdot D \cdot L \cdot \gamma_0}{4 \cdot m}, \quad (3)$$

де D – діаметр рулону (висота камери пресування), м.

Час пресування (ущільнення) сіна в камері [5].

$$t_n = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot L}{4 \cdot m} \cdot (\gamma_{cp} - \gamma_0), \quad (4)$$

де γ_{cp} – середня щільність рулону пресованого сіна, кг/м³.

Слід зазначити, що процес пресування відбувається за рахунок постійного надходження в камеру валка сіна, тому шари, розташовані до периферії рулону, матимуть велику щільність. У центральній частині рулону утворюється зона найменшої щільності, яка обумовлена анізотропною властивістю сіна [2, 3].

Щільність сіна всередині рулону змінюється від периферії до центру, кожний наступний шар сіна, що надходить в камеру пресування, має велику об'ємну масу за рахунок збільшення маси і пружності рулону, в наслідок перерозподілу напружень (релаксації) всередині рулону.

Процес пресування валка представлений на рис. 1.

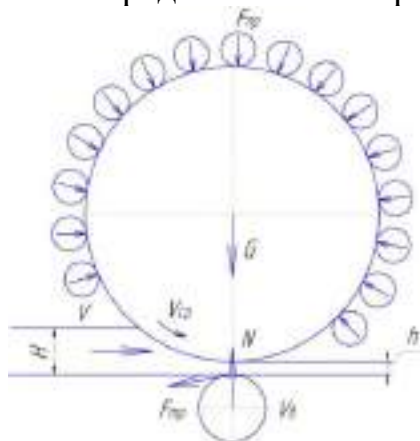


Рис.1. Розрахункова схема до визначення ступеня пресування сіна

Джерело: сформовано автором

Таким чином, сіно з найбільшою об'ємною масою розташовується по периферії рулону. Щільність сіна в рулоні є функцією двох змінних: поточного радіуса r і часу процесу пресування t [3].

Для визначення закону зміни об'ємної маси (щільності пресування) сіна всередині рулону від часу пресування запишемо диференціальне рівняння в повних диференціалах [3].

$$dy = \left(\frac{dy}{dr}\right) dr + \left(\frac{dy}{dt}\right) dt, \quad (5)$$

Дослідження твердості рулону в радіальному напрямку [2] показали, що твердість зовнішніх шарів значно вище твердості внутрішніх шарів рулону і виражається залежністю є справедливою для щільності сіна всередині рулону.

$$\frac{dy}{dr} = be^{ar}, \quad (6)$$

Цей вираз узгоджується з гіпотезою деформації «пружньо-в'язкого матеріалу, яким є будь-який волокнистий матеріал рослинного походження» [2, 3]. У той же час щільність пресування зростає пропорційно кількості матеріалу, що надійшов (рис.1).

$$\frac{dy}{dt} = k \cdot t, \quad (7)$$

де k – коефіцієнт ущільнення, кг/(м³с²).

Запишемо диференціальне рівняння закону зміни щільності пресування сіна всередині рулону з урахуванням виразів (6) і (7).

$$dy = (be^{ar})dr + kttd, \quad (8)$$

Права частина виразу (8) являє собою повний диференціал, виконується умова:

$$\frac{d(be^{ar})}{dt} = \frac{d(kt)}{dr}, \quad (9)$$

Про диференціювавши компоненти виразу (9), отримаємо вираз (10):

$$\begin{cases} \frac{\partial (be^{ar})}{\partial t} = 0 \\ \frac{\partial (kt)}{\partial r} = 0 \end{cases} \quad (10)$$

Найдемо інтеграл виразу, вхідних в рівнянні (8)

$$\int be^{ar} dr = \frac{b}{a} e^{ar}, \quad (11)$$

$$\int kttdt = \frac{kt^2}{2}, \quad (12)$$

З урахуванням рівностей (11) і (12) загальний інтервал (закон зміни щільності сіна в радіальному напрямку всередині рулону) запишеться у вигляді.

$$\gamma = \frac{b}{a} e^{ar} + \frac{kt^2}{2} + \gamma_0, \quad (13)$$

З аналізу розподілу щільності всередині рулону, видно, що щільність зростає пропорційно квадрату часу і розподіляється від периферії до центру рулону по експоненційній залежності. Отриманий вираз свідчить про те, що протягом короткого проміжку часу на заключній стадії пресування щільність пресування буде істотно збільшуватися, тому необхідна наявність пристроїв автоматичного контролю щільності пресування.

Процес пресування сіна в рулоні складається з декількох стадій. На початковій стадії в процесі руху пресувальна камера циліндричної форми заповнюється сіном. При подальшій подачі матеріалу в камеру по дотичній до поверхні рулону, відбувається ущільнення зовнішніх шарів рулону і лише потім, у міру зростання зусиль стиснення, в процес деформації залучаються також і його внутрішні шари.

Таким чином, ущільнення рулону відбувається з зовнішньої сторони за рахунок радіальних зусиль, що діють з боку ущільнюючих вальців. Після досягнення граничного зусилля пресування здійснюється обмотка і вивантаження готового рулону. Розглянемо ущільнення сіна у циліндричній камері пресування постійного об'єму (рис. 2).

Деформований стан рулону в цьому випадку буде вісесиметричним, тобто кожна точка рулону буде переміщатися тільки в напрямку радіусу на величину u і паралельно вісі рулону на величину v (рис.3). Причому деформація сіна в рулоні відбуватиметься як для пружньо-в'язкого матеріалу по нелінійному закону [5].

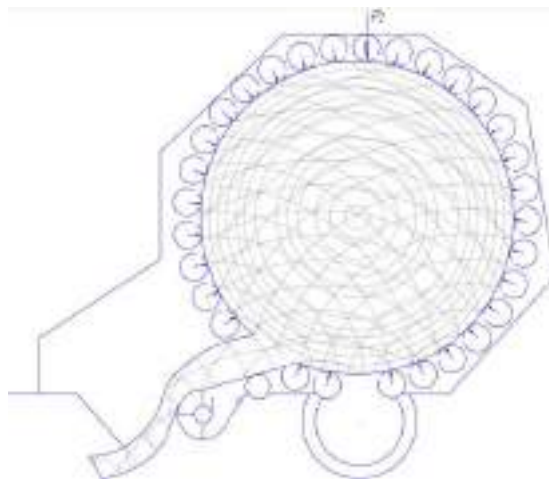


Рис. 2. Схема визначення щільності пресування рулону

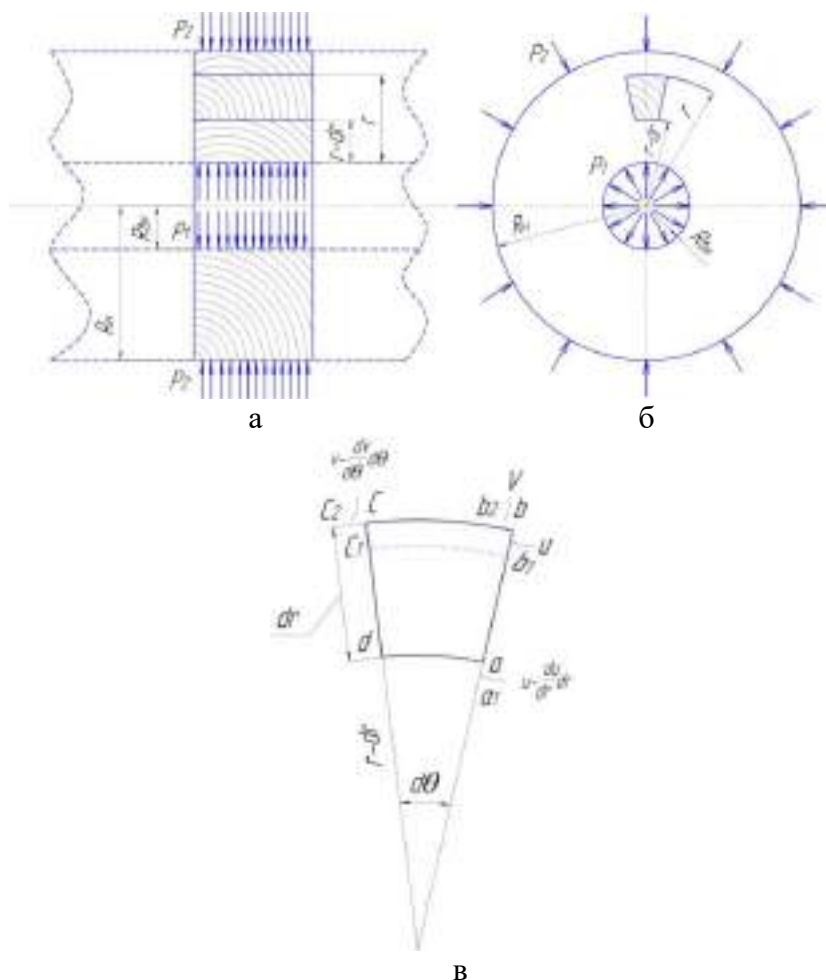
Джерело: сформовано автором

Особливістю органічних матеріалів, в тому числі і сіна, є те, що спочатку в процесі деформування відбувається різке збільшення навантаження, потім пластична деформація зі зменшенням навантаження і релаксацією напружень з багаторазовими повтореннями. Таким чином, можна припустити, що в момент пресування рулону сіно буде перебувати в пружному стані [4]. Однак, з огляду

на анізотропні властивості сіна і особливості формування рулону, можна припустити, що осьова деформація рулону незначна.

Ми можемо уявити рулон в процесі пресування навантаженими тисками зовні і всередині. З огляду на те, що стебловому корму притаманна анізотропність, то є вірогідність, що при формуванні рулону в процесі скручування в його центрі зберігається область невисокої щільності сіна. Внутрішній тиск p_1 рулону буде обумовлено пружністю сіна, а зовнішній тиск p_2 – пресуючими вальцями або пресуючими полотнами.

Розглянемо елемент рулону $abcd$, утворений двома концентричними колами з радіусом r і $r-dr$ і двома променями, проведеними під кутом θ і $\theta + d\theta$ до вісі Ox , в полярних координатах, для простоти розрахунків умовно прирівняємо товщину елемента до одиниці (рис. 3 а, б).



а – основна розрахункова схема; б – вид з боку основної розрахункової схеми; в – схема деформації виділеного елемента

Рис. 3. Схема деформації нескінченно малого елемента всередині рулону

Джерело: сформовано автором

Позначимо радіальне переміщення довільної точки нескінченно малого елемента в напрямку до центру рулону u , а також його окружне переміщення v . В цьому випадку відносний стиск (зменшення розмірів) ϵ_r з боку ab елемента називається радіальною деформацією, а відносний стиск ϵ_θ дуги bc – окружною деформацією.

Кожен вид деформації розглянемо окремо.

Окружна деформація відбувається в результаті кількох причин: внаслідок різниці переміщень точок a і d в окружному напрямку (рис.3, в)

$$\varepsilon_{\theta}^{(1)} = \frac{bb_2 - cc_2}{bc} = \frac{v - v + \frac{dv}{d\theta} d\theta}{rd\theta} = \frac{1}{r} \cdot \frac{dv}{d\theta}, \quad (14)$$

де v – величина переміщення будь якої точки відносно вісі рулону, м;

r – радіус дуги bc , м;

$d\theta$ – елементарний полярний кут, обмежуючий елементарний об'єм;

$\frac{dv}{d\theta}$ – відносна окружна деформація;

і переходу дуги $bc = rd\theta$ на окружність меншого радіуса $r' = r - u$, в наслідок чого довжина дуги буде рівна $b_1c_1 = (r - u)d\theta$, а відносне стиснення

$$\varepsilon_{\theta}^{(2)} = \frac{bc - b_1c_1}{bc} = \frac{rd\theta - (r - u)d\theta}{rd\theta} = \frac{u}{r}, \quad (15)$$

де u – величина переміщення будь якої точки до центру рулону, м.

Повна окружна деформація дорівнює

$$\varepsilon_{\theta} = \varepsilon_{\theta}^{(1)} + \varepsilon_{\theta}^{(2)} = \frac{1}{r} \cdot \frac{dv}{d\theta} + \frac{u}{r}, \quad (16)$$

Аналізуючи вираз (16), ми бачимо що перша складова $\frac{1}{r} \cdot \frac{dv}{d\theta}$ із-за анізотропних властивостей пресованого сіна і при більшому радіусі рулону буде мала, і тому нею можемо знехтувати.

Відносно стиснення сторони ab рівно різниці переміщень точок a і b в направлені радіусу, поділеної на початкові довжини $ab = dr$:

$$\varepsilon_r = \frac{bb_1 - aa_1}{ab} = \frac{u - (u - \frac{du}{dr} dr)}{dr} = \frac{du}{dr}, \quad (17)$$

де dr – приріст радіусу вектору;

$\frac{du}{dr}$ – відносна радіальна деформація.

Отримані нами вирази для нескінченно малого елемента, що знаходиться в стані об'ємного стиснення, з урахуванням анізотропних властивостей сіна, аналогічні виразам для плоского напруженого стану. Тому застосуємо вираження прямих і зворотних законів Гука для плоского напруженого стану, які мають вигляд [3, 4]:

$$\varepsilon_r = \frac{1}{E} (\sigma_r - \mu \sigma_{\theta}), \quad (18)$$

де E – модуль пружності, Па;

μ – коефіцієнт Пуассона;

σ_r – радіальне напруження, Па.

Для упорядкування умов однозначності переміщень підставимо в формулу закону Гука для плоского напруженого стану геометричні співвідношення (17) і отримаємо рівняння [6]:

$$\varepsilon_r = \frac{du}{dr} = \frac{1}{E}(\sigma_\theta - \mu\sigma_r), \quad (19)$$

Інтегрувавши рівняння і розв'язавши його, отримаємо кінцевий вираз для напружень і радіального переміщення:

$$\sigma_r = \frac{(p_2 - p_1)k_1^2}{1 - k_1^2} \cdot \frac{1}{k_2^2} + \frac{p_1 + k_1^2 - p_2}{1 - k_1^2}, \quad (20)$$

де

$$k_1 = \frac{R_B}{R_H}, k_2 = \frac{r}{R_B}, R_B \leq r \leq R_H \quad (21)$$

k_1 – коефіцієнт відношення радіального розміру рулону з розміром серцевини;

k_2 – коефіцієнт відношення радіального розміру рулону з даним радіусом.

Тиск p_2 , чинне на рулон зовні, значно перевищує тиск пружності сіна p_1 , тому для наближених розрахунків ми можемо вважати вплив тиску p_1 , що прямує до нуля. Тоді формула для радіального напруження набуде вигляду:

$$\sigma_r = \frac{p_2}{1 - k_1^2} \left(\frac{k_1^2}{k_2^2} - 1 \right), \quad (22)$$

Отримана формула виражає залежність радіальних напружень стиснення всередині рулону від тиску пресування. Варто зазначити, що значення напружень в значній мірі залежать від розташування всередині рулону, найбільші напруження виникають в периферії рулону, найменші в серцевині рулону. Також слід зазначити, що напруження всередині рулону будуть завжди менше тисків, яких докладають при пресуванні.

Висновки. Дослідження розподілу щільності стеблових кормів всередині рулону дозволило встановити, що ущільнення рулону відбувається з зовнішньої сторони за рахунок радіальних зусиль, що діють з боку ущільнюючих вальців. Аналіз розподілу щільності усередині рулону, дозволив встановити, що щільність зростає і розподіляється від периферії до центру рулону по експоненційній залежності. Отримана закономірність зміни щільності в радіальному напрямку (13) свідчить про те, що протягом короткого проміжку часу на заключній стадії пресування щільність пресування буде істотно збільшуватися, що необхідно враховувати при внесенні консервантів.

Значення напружень стиску ущільнюючого стеблового корму в значній мірі залежать від місця розташування всередині рулону, найбільші напруження виникають на периферії рулону, найменші в серцевині рулону. Напруження всередині рулону будуть завжди менше тисків, що прикладаються при пресуванні.

Теоретичні дослідження показують, що в процесі формування рулону виникають зони з різною щільністю стеблових частинок: так, серцевина рулону має істотно меншу щільність, ніж периферія. Нерівномірність подачі валка в

пресувальну камеру не може бути повністю усунена релаксацією напружень в процесі формування та при подальшому зберіганні рулону. Тому для підвищення зберігання пресованого сіна раціонально застосовувати розрівнювання валка перед пресуванням, а можливі зони зниженої щільності обробляти консервантами.

Список використаної літератури

1. Кузьменко В. Ф., Холодюк О.В. Продуктивні технології заготівлі сіна. *Всеукраїнський аграрний журнал. АгроЕліта*. 2017. № 5 (52). С. 71–73.
2. Войтюк Д.Г., Барановський М.В., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.
3. Протокол державних випробувань прес-підбирача рулонного напівпричіпного ПРН-145 № 1668/0724-03-2013 (Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого).
4. Хайліс Г.А., Горбовий А.Ю., Гошко З.О. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. за ред. Г.А. Хайліса. Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛДТУ, 1998. 268 с.
5. Войтюк Д.Г., Булгаков В.М., Кропивко С.В., Онищенко В.Б. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підруч. для студ. вузів. Київ: Друк, 2005. 464 с.
6. Іванов М.І., Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Гідравліка: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2019. 222 с.

Іван НАГОРНЯК¹⁰,
Студент 3-го курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВИПРОБУВАННЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ГІДРАВЛІЧНИХ ГАЛЬМІВНИХ УСТАНОВОК

***Анотація.** Ця стаття розглядає важливість випробувань двигунів внутрішнього згорання з використанням гідравлічних гальмівних установок. Проведені аналіз показують, що використання гідравлічних гальмівних установок може значно полегшити процес випробувань, забезпечуючи високу точність та надійність результатів. Обговорюються переваги та особливості застосування цієї технології, а також можливі напрямки подальших досліджень у цьому напрямку.*

***Ключові слова.** випробування, двигуни внутрішнього згорання, гідравлічні гальмівні установки.*

¹⁰Науковий керівник: Рябошапка В.Б. к.т.н., старший викладач кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

Annotation. This article examines the importance of testing internal combustion engines using hydraulic brake systems. The conducted analyzes show that the use of hydraulic braking systems can significantly facilitate the testing process, ensuring high accuracy and reliability of the results. Advantages and features of using this technology are discussed, as well as possible directions for further research in this direction.

Keywords. tests, internal combustion engines, hydraulic braking systems.

Вступ. Розширення виробництва автомобілів і тракторів та зростаюча їх роль у задоволенні потреб сучасного суспільства спонукають безперервно вдосконалювати силові агрегати цих машин - поршневі, роторні, газотурбінні та інші двигуни транспортного типу.

За останні роки різко зросли літрова потужність та економічність поршневих двигунів, до десятих часток кілограма знизилась, наприклад, питома вага автомобільних двигунів, покращилися й інші оціночні показники цих двигунів. Проте бажання підвищити ефективність сучасних автомобілів і тракторів, знизити токсичність відпрацьованих газів та покращити основні експлуатаційні властивості машин вимагає подальшого вдосконалення існуючих поршневих двигунів.

Одночасно з розвитком двигунів безперервно також оновлюють як методи, так і техніку випробувань. Більшість величин, вимірюваних в процесі випробувань, зв'язані з визначенням ефективної потужності двигуна і пошуком можливості її підвищення.

Виклад основного матеріалу. Ефективну потужність, тобто потужність, що відбирається від вала двигуна і поглинається тим чи іншим зовнішнім опором (гальмом), визначають шляхом вимірювання крутного моменту (рис. 1).

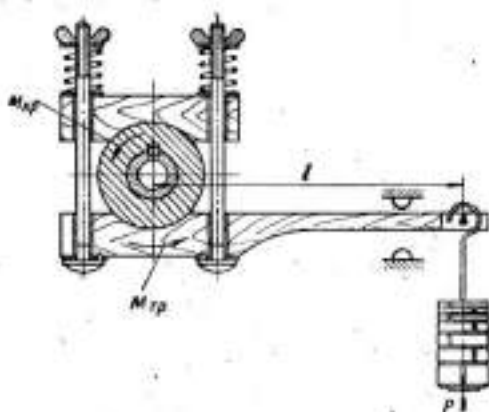


Рис. 1. Схема найпростішого гальма

Гальмівні пристрої, що поглинають механічну енергію, яку розвиває двигун, перетворюють її безпосередньо на теплову, або на будь-який інший вид енергії, що легко вимірюється, наприклад, на електричну, яку за відомих умов можна застосувати з користю, або теж перетворити на тепло і розсіяти [1].

Одночасно з поглинанням потужності двигуна конструкції гальм найчастіше дають змогу приводити в дію і пристрої для вимірювання крутного моменту, який вони розвивають. З цією метою корпус гальма балансірно

закріплюють на стійках і відповідним чином з'єднують його з вимірювальною апаратурою.

Незалежно від устрою і принципу дії бажано, щоб гальмівні установки забезпечували:

- Гальмування двигуна в широкому діапазоні відносного завантаження на всіх розрахункових швидкісних режимах роботи;
- стабільне гальмування, підтримуючи достатньо довго незмінним гальмівний момент;
- стійке гальмування, зберігаючи заданий швидкісний режим і в разі невеликих короточасних змін навантаження;
- достатньо точне вимірювання крутного моменту або окружного зусилля.
- прокручування вала двигуна або можливість його прокручування від стороннього джерела енергії.
- дистанційне керування органами, які регулюють навантаження двигуна.
- порівняно низький рівень шуму.

Головними визначальними параметрами гальм є гальмівна потужність гальмівний момент і допустима швидкість обертання ротора.

Для випробувань автомобільних і тракторних двигунів найчастіше використовують гідравлічні і електричні гальмівні установки, а раніше використовували звичайні механічні.

Гідравлічні гальма. Дія гідравлічних гальм ґрунтується на використанні властивостей різних гідравлічних машин, що дають змогу, за певних обставин, створювати опір поступальному або обертальному руху елементів, з'єднаних з ними інших машин. Таку можливість гідромашин широко використовують також з метою створення необхідного опору обертання вала двигунів внутрішнього згорання, тобто для штучного навантаження при стендових випробуваннях.

Гідравлічні гальма є найбільш дешевими, але вимагають значної витрати води і не є оборотними, тобто не дозволяють робити холодне прироблення двигунів без наявності ведучого електродвигуна, що і є їхнім недоліком. Використання енергії двигуна при гідравлічному гальмі неможливо [1].

Гідравлічні гальма володіють високою енергоємністю і допускають глибоке регулювання по навантаженню і числах обертів вала. За характерними особливостями протікаючих у їхній робочій порожнині гідродинамічних процесів розрізняють динамічні та об'ємні гідравлічні гальма.

Об'ємного типу гальма являють собою поршневі гідравлічні машини, зокрема з обертовими поршнями. У лабораторіях двигунів з цієї групи гальм застосовують іноді шестерні (шестерні насоси).

Динамічного типу гальма за особливостями конструкцій поділяють на дискові, штифтові, лопатеві та ін. Для гальмування двигунів зазвичай застосовують названі три різновиди динамічних гальм. Потужність, що розвивається двигуном, витрачається в них на збільшення кінетичної енергії струменів води, що потрапляють у статор, і нагрівання її в результаті тертя об

деталі і всередині рідини, а також на подолання тертя в підшипниках і сальниках, що виникає внаслідок обертання ротора. В результаті механічна енергія двигуна в гідравлічному гальмі перетворюється в теплову.

Оптимальний тепловий стан гальма можливо підтримувати тільки у випадку, коли зберігається рівність [2]:

$$G_h C(t_{\text{вих}} - t_{\text{вх}}) = 632N_e \quad (1)$$

G_h – кількість води, яка проходить через гальма за 1 годину, л/год; C – теплоємність води, 1 ккал/(л °С); $t_{\text{вих}}$ і $t_{\text{вх}}$ – температура води на виході та вході з гальма, °С; $632N_e$ – потужність, яку розвиває двигун і поглинає гальмо протягом 1 год.

З цього ж рівняння можемо визначити необхідну кількість води для поглинання потужності двигуна протягом 1 години (л/год):

$$G_h = 632N_e / [C(t_{\text{вих}} - t_{\text{вх}})] \quad (2)$$

Досвід експлуатації гідравлічних гальм показує, що температуру води на виході слід підтримувати на рівні 50-60°С. Інакше підвищене піноутворення, а також можливість виникнення кавітації і відкладення накипу можуть порушити стабільність роботи гальмівної установки.

Тому подавати воду в гальма потрібно у відповідності з споживаною ними потужністю.

Залежно від типу і особливостей конструкції гальм вода, що потрапляє в них, заповнює під час роботи або всю їхню внутрішню порожнину, або тільки частину її. За цією ознакою розрізняють гальма з повним (суцільним) і частковим заповненням водою. Слід, однак, зауважити, що така класифікація умовна і відображає лише випадки роботи гальм із повним навантаженням. На малих навантаженнях гальма всіх типів працюють із частковим заповненням водою.

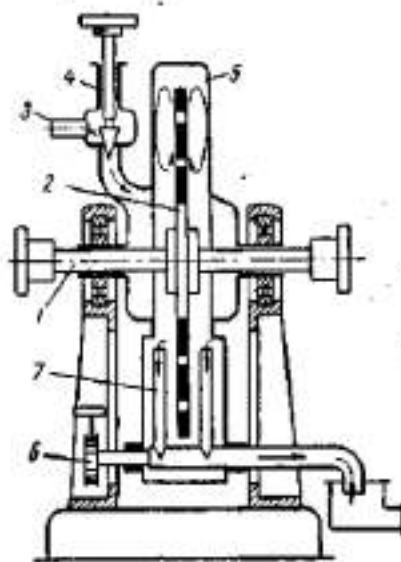


Рис 2. – Схема гідравлічного дискового гальма. 1 – вал; 2 – диск; 3 – трубопровід для підведення води; 4 – вентиль; 5 – кожух; 6 – черв'ячна шестерня; 7 – патрубки.

Всередині кожуха 5 гойдається, розташований гальмівний диск 2, укріплений на валу 1. В порожнину кожуха з трубопроводу 3 подається вода, кількість якої регулюється вентилем 4.

При гальмуванні двигуна диском, що обертається, 2 вода відкидається до зовнішньої частини диска і, ударяючись об стінку кожуха, знову підходить до центру диска 2. Таким чином, в порожнині кожуха встановлюється вихровий рух. Вода знаходиться в кожусі у вигляді кільцевого шару, захоплюваного в обертальний рух [3].

Між диском і частинками води, що обертається, а також між частинками води і кожухом виникає тертя. Для збільшення сили тертя на диску є отвори, а на внутрішній поверхні кожуха – радіальні ребра. Під дією сили тертя води, що обертається, кожух 5 прагне обернутися. Коли енергія води, одержана від диска, виявиться рівна енергії, що віддана водою при поверненні до центру диска, момент сили тертя води об кожух буде рівний крутному моменту двигуна.

Величина моменту, що розвивається гальмом, залежить від товщини кільцевого шару води усередині кожуха, а вона, у свою чергу, визначається положенням вхідних отворів патрубків 7, що повертаються черв'ячним колесом 6.

Кожух гальма спирається на шарикопідшипники стійок. Важіль кожуха гальма через тягу сполучений з ексцентриковим валом вагового механізму, який врівноважується вантажами підвішеними до пальця кожуха гальма з протилежної сторони вагового механізму.

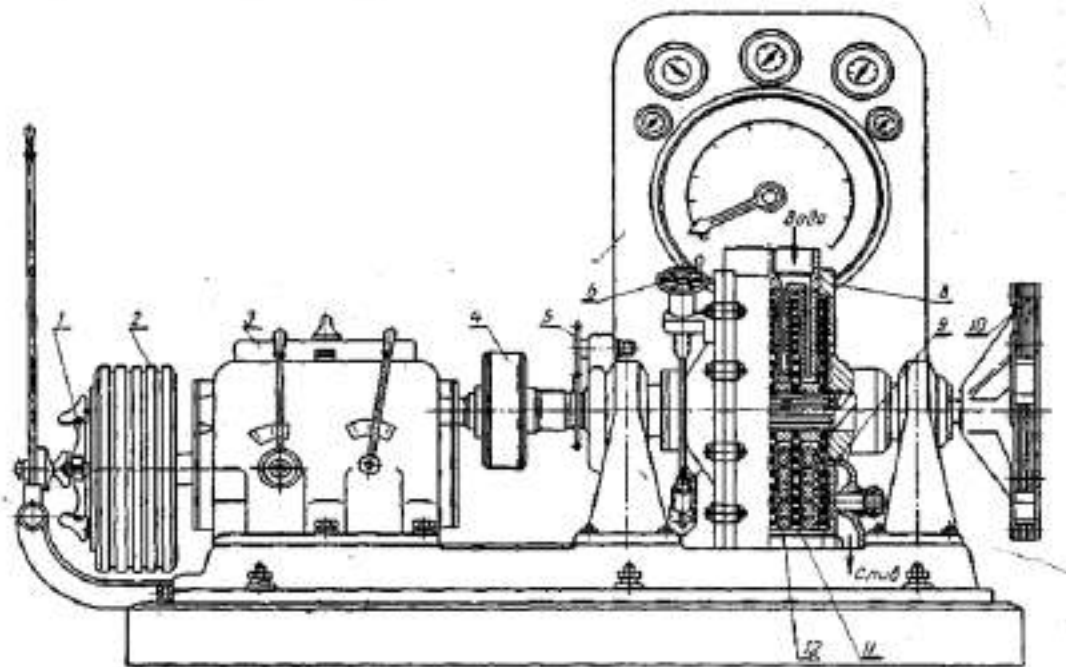


Рис 3. – Обкатувально-гальмівний стенд ВІД-6 з гідрогальмом: 1 – муфта зчеплення; 2 – приводної. шків; 3 – редуктор; 4 – муфта вільного ходу; 5 – привод електротакметра; 6 – маховичок приводу регульовального клапана; 7 – щит вимірювальних приладів; 8 – корпус гідрогальма; 9 – регульовальні клапани (лівий і правий); 10 – сполучна муфта; 11 – сталевий перфорований диск ротора; 12 – нерухомий чавунний диск.

Обкатувально-гальмівний стенд ВІД-6 з гідрогальмом. На цьому стенді можна проводити обкатку і випробування тракторних і автомобільних двигунів. Для проведення холодної обкатки стенд має шестиходовий редуктор 3, забезпечуючий обертання колінчастого валу двигуна із швидкостями 300, 385, 522, 685, 880 і 1200 обертів за хвилину. Вали гідрогальма і редуктора з'єднуються муфтою вільного ходу 4, яка не може передавати обертання від працюючого двигуна до редуктора і від нього через муфту зчеплення 1 і ведучий шків 2 електродвигуну. Усередині корпусу 8 гідрогальма є чотири нерухомі чавунні диски 12. Стінки корпусу 8 і нерухомі диски 12 мають комірчасту поверхню. Нерухомі диски 12 утворюють разом з боковинами корпусу 8 п'ять порожнин, в яких обертаються сталеві диски 11 ротора.

В цих дисках просвердлені отвори. Другим нерухомим диском 12 з боку приводу порожнина корпусу гідрогальма розділяється на дві секції: одну з двома, а іншу з трьома дисками 11 ротора, що обертаються. Такий пристрій дозволяє подавати воду в одну праву секцію, в одну ліву або в обидві секції одночасно. В першому випадку, обертаючись зі 31 швидкістю ω рад/сек (1000 об/хв) при роботі з двома дисками, гальмо може поглинати потужність 30 кВт (40 к.с.), або – 45 кВт (60 к.с.), а при роботі обох секцій – 75 кВт (100 к.с.).

Обкатувально-гальмівний стенд має шків 2, що приводиться в обертання від електродвигуна через пасову передачу. Цей шків служить для запуску і холодної обкатки двигуна. Шків 2 з'єднується з привідним валом редуктора фрикційною муфтою 1, встановленою усередині шківа. Корпус гідрогальма спирається на підшипники, встановлені в стійках. Плече корпусу з'єднано з ваговим механізмом. Зливання води з порожнини корпусу гідрогальма регулюється клапанами 9. Кожний клапан виконаний у вигляді диска, в якому 32 ексцентрично розташований зливний отвір. Повернення диска проводиться через черв'ячну передачу від маховичка 6. Для створення постійного тиску води, що поступає в гальмо, встановлюють напірний бак з поплавцевим пристроєм, що підтримує постійний рівень. Це забезпечує постійність рівня води в гальмі під час досліду і стійку роботу гідравлічного гальма.

Висновок. Ми приходимо до важливого висновку про ефективність використання гідравлічних гальмівних установок у випробуваннях двигунів внутрішнього згорання. На основі проведених аналізів ми переконані у високій точності та надійності результатів, які можна отримати за допомогою цієї технології. Такий підхід випробувань відкриває нові можливості для поліпшення якості та ефективності розробки та експлуатації двигунів. Подальші дослідження в цьому напрямку можуть сприяти вдосконаленню та розвитку сучасних систем оцінки роботи двигунів внутрішнього згорання.

Список використаної літератури

1. Волков В. П., Міщенко В. М., Кравченко О. П., Технологічне обладнання для підприємств автомобільного транспорту: підручник для студентів. Харків. 2010. 557 с.

2. Райков І. Я., Випробування двигунів внутрішнього згорання: підручник для студентів. 1975. 315 с. (дата звернення 04.04.2024).

3. Навантажувальні пристрої стендів для випробування двигунів. веб-сайт. URL: http://ni.biz.ua/17/17_14/17_147294_navantazhuvalni-pristroi-stendiv-dlya-viprobuvan-dviguniv.html (дата звернення 04.04.2024).

4. Рачок Р. П., Удосконалення методики стендових випробувань двигунів з розробкою пристрою для дослідження їх характеристик: пояснювальна записка до дипломного проекту. Вінниця, 2018. 100 с.

Ігор ЗАЄЦЬ¹¹,
студент 4 курсу,
інженерно-технологічного факультету,
Вінницького національного аграрного університету
Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДА ІЗ РОЗДІЛЬНИМ КЕРУВАННЯМ ГРУПАМИ ПОРШНІВ

***Анотація.** Робота присвячена вирішенню задачі обґрунтування технологічних параметрів електрогідравлічного приводу з роздільним керуванням групами поршнів. Проведено огляд сучасних концепцій електрогідравлічного приводу із роздільним керуванням. Представлено розроблену математичну модель приводу із роздільним керуванням групами поршнів та проведено її дослідження.*

***Ключові слова:** Дослідження, математична модель, електрогідравлічний привід, роздільне керування, групи поршнів.*

***Annotation.** The work is devoted to solving the problem of substantiating the technological parameters of an electrohydraulic drive with separate control of groups of pistons. An overview of modern concepts of an electro-hydraulic drive with separate control is carried out. The developed mathematical model of the actuator with separate control of groups of pistons is presented and its research is carried out.*

***Key words:** Research, mathematical model, electrohydraulic drive, separate control, piston groups.*

***Вступ.** На сучасному рівні розвитку техніки гідравлічні приводи застосовуються для розв'язку широкого кола завдань. Найбільш типові з них - це переміщення об'єктів з більшими масами або моментами інерції в комбінації з позиційними й іншими навантаженнями. Від приводу може вимагатися робота в різних режимах: рух з постійною швидкістю або з постійним зусиллям (силою або моментом), спостереження по положенню або їх комбінація. Прикладами пристроїв з такими вимогами є приводи сільськогосподарських машин, які керовані дистанційно або за допомогою датчиків GPS.*

¹¹Науковий керівник: Шаргородський С.А. к.т.н., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

Завдяки комбінації нових компонентів і методів стає можливим створювати електрогідравлічні приводи, що одночасно задовольняють таким взаємно суперечливим вимогам, як точне позиціонування вихідної ланки, безперервний рух з високою швидкістю й підвищена енергетична ефективність. Завдання розробки таких приводів, а також методів керування ними безсумнівно є актуальною на сьогоднішній день.

Автори робіт [1, 2, 3] показують, що електрогідростатичний привод є гарною альтернативою приводу із дросельним регулюванням при використанні його в якості приводу ланок маніпуляторів. Також була показана його висока енергетична ефективність.

Поряд з перевагами, приводи з керуванням за рахунок регулювання швидкості обертання валу електродвигуна мають і деякі недоліки. У роботі [3] показано, що слідкуюча система з електрогідростатичним приводом може мати коливання при роботі на малих переміщеннях. Також їм властива невисока динамічна жорсткість.

У цей час метод дискретно-фазового регулювання активно досліджується, ведуться роботи зі створення спеціально адаптованих гідромашин і алгоритмів керування [4], [5], [6]. У роботі [7], викладається досвід застосування цього методу для керування героторним гідродвигуном.

Як показано на Рис. 1 кожна робоча камера гідромотора оснащена трилінійним дискретним клапаном з електрокеруванням, що здійснює її комутацію або з лінією високого тиску, або з лінією низького тиску.

На валу гідромотора встановлений датчик кута повороту, інформація з якого надходить в електронний блок керування. В електронному блоці керування формується сигнали, що подається на електромагніти клапанів.

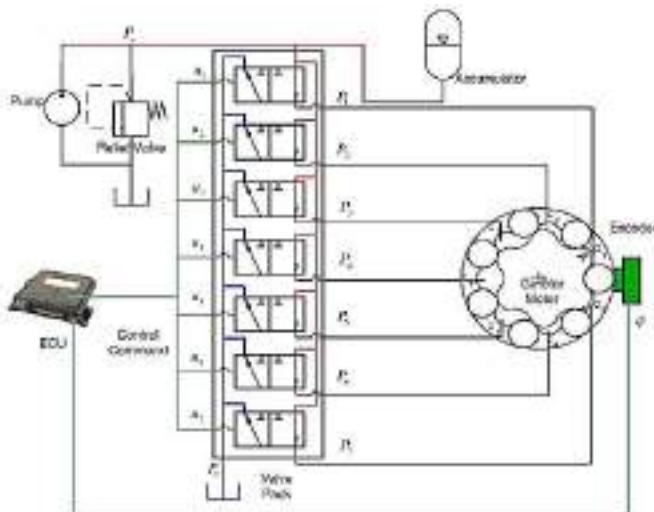


Рис. 1. Гідравлічна схема багаторівневого керування героторним гідромотором.

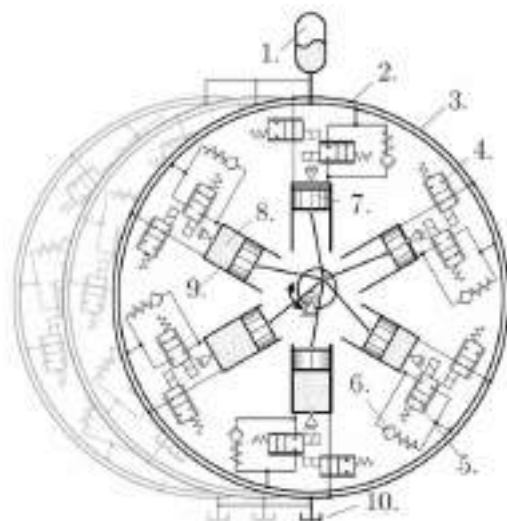


Рис. 2. Схема гідроприводу з дискретно-фазовим регулюванням з декількома групами поршнів

Запропонована схема дозволяє досягти великої гнучкості в плані керування гідродвигуном. Одночасно із цим виникає проблема неоднозначної відповідності стану клапанів, моменту що розвивається двигуном.

Проблеми синтезу алгоритмів, а так само підвищення плавності роботи приводів з дискретно-фазовим регулюванням частково вирішені в роботі [8] колективом авторів Мэтью Снеготски, Маркуса Готфрида та Уве Кинглауфа з корпорації Bosch Rexroth AG і Дармштадтського технічного університету. Для розгляду вони вибрали привод, схема якого показано на Рис. 2. Привод складається з наступних елементів: 1 – гідропневмоаккумулятор; 2 – лінія високого тиску; 3 – лінія низького тиску; 4 – клапан низького тиску; 5 – клапан високого тиску; 6 – зворотний клапан; 7 – поршень; 8 – робоча рідина; 9 – циліндр; 10 – бак.

Принципова відмінність цього привода від розглянутого раніше, полягає в наявності декількох груп поршнів. Кожна група повернена на деякий кут щодо попередньої. Кут повороту обчислюється виходячи із загального числа груп. Така схема суттєво підвищує плавність роботи привода.

Викладення основного матеріалу. Для детального вивчення привода з роздільним керуванням групами поршнів необхідно скласти його математичну модель.

При складанні математичної моделі прийняті наступні допущення:

- насосна станція, що харчує привод, описується ідеальним джерелом тиску;
- тиск у зливальній магістралі постійне;
- гідравлічний опір ліній не враховується.

Розрахункову схему математичної моделі показано на рис. 3.

Рівняння руху електромеханічного перетворювача із заслінкою

$$M_{\text{я}} - M_{\text{пр.я}} - M_{\Gamma} - M_{\text{в.т.}} = J_{\text{я}} \frac{d^2 \varphi_{\text{я}}}{dt^2} \quad (1)$$

де $M_{\text{я}}$ - електромагнітний момент на якорі, $M_{\text{пр.я}}$ - момент, що виникає внаслідок деформації пружного елемента якоря, M_{Γ} - момент, що виникає внаслідок впливу рідини, що випливає із сопів, на заслінку, $M_{\text{в.т.}}$ - момент в'язкого тертя при русі якоря, $J_{\text{я}}$ - момент інерції обертючих частин якоря, $\varphi_{\text{я}}$ - кут повороту якоря.

Згідно [4], електромагнітний момент електромеханічного перетворювача з переміщенням якоря уздовж поля може бути обчислений у такий спосіб

$$M_{\text{я}} = K_{\text{МІ}} I + c_{\text{М}} \varphi_{\text{я}} \quad (2)$$

де I - сила струму в обмотках електромеханічного перетворювача, $K_{\text{МІ}}$ - коефіцієнт моменту, $c_{\text{М}}$ - твердість магнітної пружини.

Для обчислення $K_{\text{МІ}}$ і $c_{\text{М}}$ існують наступні вирази

$$K_{\text{МІ}} = \frac{\Phi_{\Sigma} w r}{\delta_0} \quad (3)$$

$$C_M = \frac{\Phi_\Sigma^2 r^2}{\delta_0 \cdot \mu_0 \cdot S_n} \quad (4)$$

де Φ_Σ - сумарний магнітний потік постійних магнітів, w - число витків в обмотках, r - відстань від осі повороту якоря до центру полюсних поверхонь, δ_0 - величина повітряних зазорів між якорем і полюсними наконечниками в нейтральному положенні якоря, S_n - площа полюсних наконечників, μ_0 - магнітна постійна.

Момент, що виникає через деформацію пружини якоря

$$M_{пр.я} = c_{пр.я} \varphi_я \quad (5)$$

При обчисленні моменту від рідини, що впливає із сопів, ухвалюється, що її дія визначається різницею тисків під торцями золотника й площею отвору сопла.

$$M_\Gamma = \Delta p_{мз} \frac{\pi d_c^2}{4} \quad (6)$$

де $\Delta p_{мз}$ - перепад тисків на торцях золотника, d_c - діаметр сопла.

Момент від сил в'язкого тертя

$$M_{в.т.} = k_{в.т.} \frac{d\varphi_я}{dt} \quad (7)$$

де $k_{в.т.}$ - коефіцієнт в'язкого тертя.

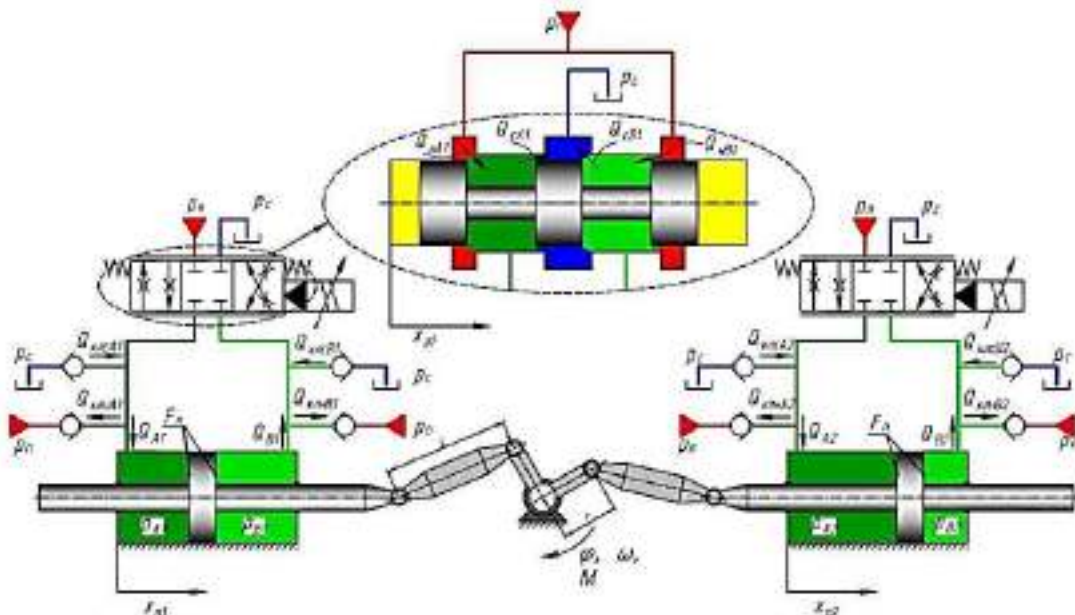


Рис. 3. Розрахункова схема математичної моделі.

Тому що, з урахуванням допущень, масою золотника зневажаємо, то для золотника потрібно записати рівняння рівноваги

$$\Delta p_{мз} \frac{\pi d_3^2}{4} = (2c_{н.з.} + c_{ГД}) x_3 \quad (8)$$

де d_3 - діаметр золотника, $c_{пр.з.}$ - жорсткість кожної із пружин під торцями золотника, $c_{гд}$ - жорсткість гідродинамічної пружини, x_3 - зсув золотника.

Згідно [8] жорсткість гідродинамічної пружини визначається виразом

$$c_{гд} \cong 0,5nb(p_n - p_c) \quad (9)$$

де n - число вікон у гільзі електрогідролічного підсилювача,

b - ширина вікон у гільзі електрогідролічного підсилювача.

Зневажаючи стиском рідини в об'ємі під торцями золотника з урахуванням допущення, можна записати рівняння балансу витрат для вузлів гідролічного ланцюга

$$Q_1 = Q_{c1} + Q_{ГЗ} \quad (10)$$

$$Q_2 = Q_{c2} + Q_{ГЗ} \quad (11)$$

де Q_1 і Q_2 - витрати рідини через плечові дроселі, Q_{c1} і Q_{c2} - витрати рідини через сопла, $Q_{ГЗ}$ - витрата рідини, обумовлений рухом золотника.

Запишемо вираз для обчислення кожної з витрат, що входять у рівняння (10) і (11).

$$Q_1 = k_D \sqrt{p_{II} - p_1} \quad (12)$$

$$Q_2 = k_D \sqrt{p_{II} - p_2} \quad (13)$$

$$Q_{c1} = \mu_c \pi d_c (h_0 - R_c \varphi_{я}) \sqrt{\frac{2}{\rho} (p_1 - p_c)} \quad (14)$$

$$Q_{c2} = \mu_c \pi d_c (h_0 - R_c \varphi_{я}) \sqrt{\frac{2}{\rho} (p_2 - p_c)} \quad (15)$$

$$Q_{ГЗ} = \frac{\pi d_3^2}{4} \frac{dx_3}{dt} \quad (16)$$

де p_1 і p_2 - тиску під торцями золотника, k_D - провідність плечового дроселя, p_c - коефіцієнт витрати сопла, h_0 - відстань між соплом і заслінкою в нейтральному положенні, R_c - відстань від осі обертання якоря до сопел.

Вхідним сигналом електрогідролічного підсилювача є напруга. Ця напруга формує струм в обмотках, обумовлений індуктивністю, активним опором і проти ЕРС. Цей процес описується наступним диференціальним рівнянням.

$$U = R_{обм} I + k_{ерс} \frac{d\varphi_{я}}{dt} + L_{обм} \frac{dI}{dt} \quad (17)$$

де U напруга, що подається на обмотки електромеханічного перетворювача, $R_{обм}$ - активний опір обмоток, $k_{ерс}$ - коефіцієнт проти ЕРС, $L_{обм}$ - індуктивність обмоток.

Сила струму розраховується за наступною залежністю

$$I = \frac{U}{R_{обм}} \quad (18)$$

Математичний опис підсилювача виконуємо наступним рівнянням:

$$T_{ГП}^2 \frac{d^2 x_3}{dt^2} + 2 \cdot \zeta_{ГП} \cdot T_{ГП} \cdot \frac{dx_3}{dt} + x_3 = K_{ГП} U_{ВХ} \quad (19)$$

де $T_{ГП}$ - постійна часу гідропідсилювача, $\zeta_{ГП}$ - коефіцієнт демпфування, Рівняння балансу витрат у порожнині "А" i -го циліндра має вигляд:

$$Q_{НАi} - Q_{сАi} - Q_{ГЦi} - Q_{кл.н.Аi} + Q_{кл.с.Аi} - Q_{ст.Аi} = 0 \quad (20)$$

де $Q_{НАi}$ - витрата крізь дроселюючу щілину з лінії нагнітання в порожнину "А" i -го циліндра; $Q_{сАi}$ - витрата через дроселюючу щілину з порожнини "А" i -го циліндра в лінію зливу; $Q_{кл.н.Аi}$ - витрата з порожнини "А" i -го циліндра в лінію нагнітання через зворотний клапан; $Q_{кл.с.Аi}$ - витрата з лінії зливу в порожнину "А" i -го циліндра через зворотний клапан; $Q_{ГЦi}$ - витрата, викликана переміщенням поршня i -го циліндра; $Q_{ст.Аi}$ - витрата, викликаний стиском рідини в порожнині "А" i -го циліндра.

Рівняння балансу витрат у порожнині "В" i -го циліндра має вигляд:

$$Q_{НВi} - Q_{сВi} - Q_{ГЦi} - Q_{кл.н.Вi} + Q_{кл.с.Вi} - Q_{ст.Вi} = 0 \quad (21)$$

де $Q_{НВi}$ - витрата через дроселююче вікно з лінії нагнітання в порожнину "В" i -го циліндра; $Q_{сВi}$ - витрата через дроселююче вікно з порожнини "В" i -го циліндра в лінію зливу; $Q_{кл.н.Вi}$ - витрата з порожнини "В" i -го циліндра в лінію нагнітання через зворотний клапан; $Q_{кл.с.Вi}$ - витрата з лінії зливу в порожнину "В" i -го циліндра через зворотний клапан; $Q_{ГЦi}$ - витрата, викликаний переміщенням поршня i -го циліндра; $Q_{ст.Вi}$ - витрата, викликаний стиском рідини в порожнині "В" i -го циліндра.

Далі запишемо співвідношення для швидкості наростання тисків у порожнинах циліндрів:

$$\frac{d}{dt} p = \frac{E}{V} \cdot Q_{см} \quad (22)$$

де E – приведений модуль пружності рідини в розглянутій порожнині; V - об'єм розглянутої порожнини.

Сила тертя є функцією від швидкості руху поршня й тисків у порожнинах циліндра. Обчислюється вона як сума сили Штрибека, Кулонової сили, сили сухого тертя та сили в'язкого тертя:

$$F_{mp\ i} = \begin{cases} \left(F_C + F_C (K_{brk} - 1) \cdot e^{-C_v \cdot \left| \frac{dx_{\Pi i}}{dt} \right|} \right) \cdot \text{sign} \left(\frac{dx_{\Pi i}}{dt} \right) + k_{e.mp.} \cdot \frac{dx_{\Pi i}}{dt}, & \text{якщо } \left| \frac{dx_{\Pi i}}{dt} \right| \geq v_{nop} \\ \frac{dx_{\Pi i}}{dt} \left(F_C + F_C (K_{brk} - 1) \cdot e^{-C_v \cdot \left| \frac{dx_{\Pi i}}{dt} \right|} \right) + k_{e.mp.} \cdot v_{nop}}{v_{nop}}, & \text{якщо } \left| \frac{dx_{\Pi i}}{dt} \right| < v_{nop} \end{cases} \quad (23)$$

де F_C – сила Кулонового тертя, яка залежить від тиску у порожнинах циліндрів; K_{brk} – коефіцієнт зміни сили зрушення, C_v – коефіцієнт, що характеризує інтенсивність спаду сили зрушення; $k_{e.mp.}$ – коефіцієнт в'язкого тертя; v_{nop} – граничне значення швидкості.

$$F_C = F_{pr} + f_p \cdot (p_A + p_B) + f_p \cdot |p_A + p_B| \quad (24)$$

де F_{pr} - сила тертя, що виникає від попереднього підтискання ущільнень

Отримана математична модель буде використана далі для проведення досліджень різних режимів роботи електрогідравлічного привода із групами поршнів.

Для оцінки перехідних процесів при спостереженні по куту повороту вихідного валу проведено чисельний експеримент, у ході якого задавався бажаний кут повороту $\pm 11,5^\circ$ від початкового положення в 45° . Початковий кут в 45° обраний з метою одержання однаковому ступеня впливу кожного із приводів на процес повороту вала. Результати показано на рис. 4, 5.

Також багато інформації про роботу привода можуть дати графіки зміни тиску в порожнинах циліндрів. На рис. 6 показані тиски в порожнинах циліндрів при обертанні вихідного вала з постійною заданою швидкістю $\omega = 1$ рад/с.

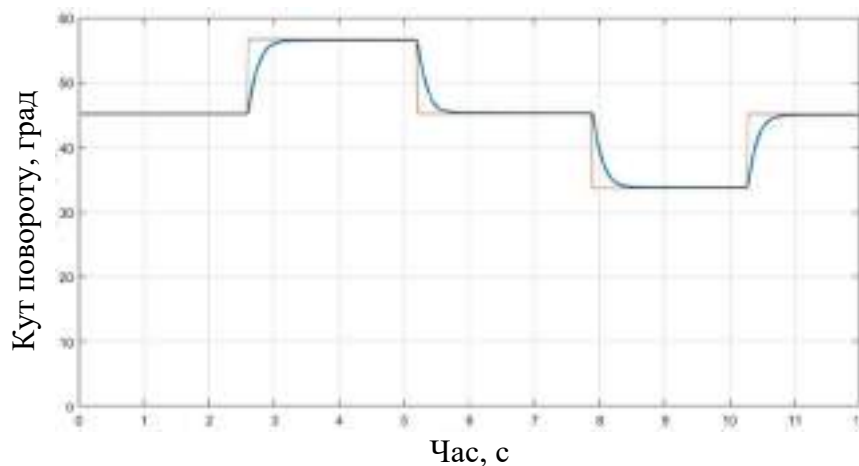


Рис. 4. Перехідні процеси по куту повороту.

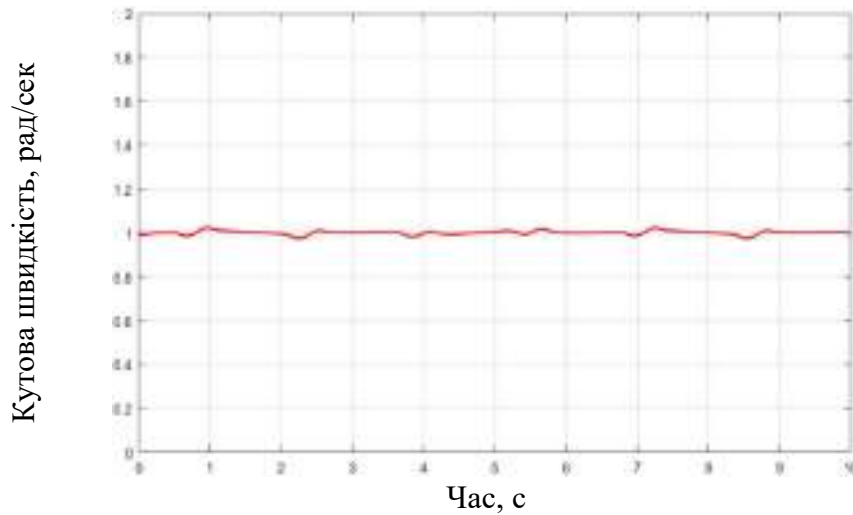


Рис. 5. Перехідний процес зміни кутової швидкості обертання.

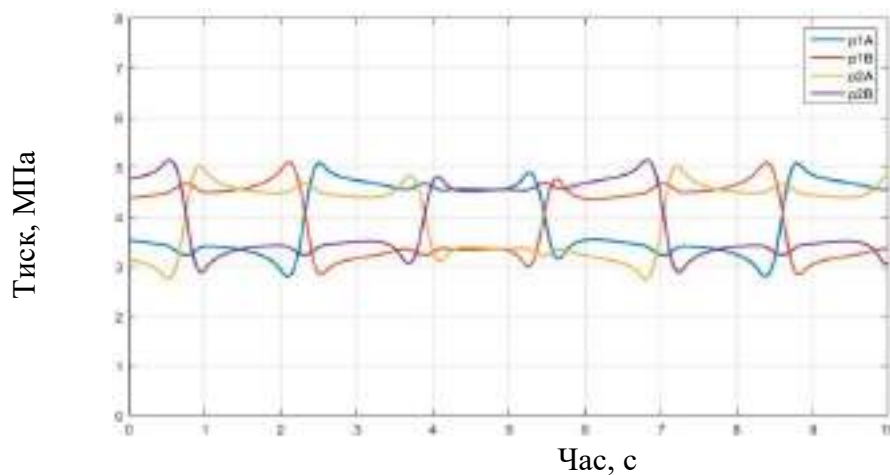


Рис. 6. Перехідний процес зміни тиску в порожнинах циліндрів.

Висновки: 1. Отримана математична модель дозволяє вивчити роботу електрогідравлічного привода з роздільним керуванням групами поршнів за допомогою чисельного експерименту. Це може бути корисно як на етапі розробки привода, так і при синтезі спеціальних алгоритмів керування.

2. При складанні математичної моделі привода з роздільним керуванням групами поршнів необхідно враховувати нелінійні властивості пристроїв, що розподіляють, які звичайно не розглядаються в інших випадках, а саме:

- гістерезис магнітної системи, а також гістерезис, викликаний тертям у парі золотник-гільза;
- несиметричність статичної характеристики.

3. Необхідно враховувати в моделі мікрогеометрію золотникових пар, особливо величини перекриттів кожної із крайок.

Список використаної літератури

1. Armstrong B., Qinghui Y. American Control Conference // Multi-Level control of Hydraulic Gerotor Motors and Pumps. Minneapolis. 2006. pp. 46194626.
2. Artemis Intelligent Power. Downloads - Artemis IP // www.artemisip.com. 2016. URL: <http://www.artemisip.com/wp-content/uploads/2016/03/Industrial->

pump-leaflet-2015-04-03.pdf.

3. Breidi F., Helmus T., Lumkes J. Fluid Power Innovation and Research Conference (FPIRC15) // High Efficiency Digital Pump/Motor. Chicago. 2015. pp. 23-26.

4. Hollig K. Approximation and Modeling with B-splines. Stuttgart: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2013. 125 pp.

5. Ivanov M.I., Rutkevych V.S., Kolisnyk O.M., Lisovoy I.O. Research on the block-portion separator parameters influence on the adjustment range of operating elements speed. *INMATEH - Agricultural Engineering*. 2019. Vol. 57/1. P. 37–44.

6. Іванов М.І., Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Гідравліка: навч. посіб. Вінниця: 2019. 222 с.

7. Іванов М.І., Шаргородський С.А., Руткевич В.С. Підвищення експлуатаційної ефективності блочно-порційного вивантажувача консервованих кормів шляхом гідрофікації привода робочих органів. *Промислова гідравліка і пневматика*. 2013. №1(39). С. 91–96.

8. Калетнік Г.М., Чаусов М.Г., Швайко В.М., Пришляк В.М. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість. Ч.ІІІ: Підручник. Київ.: «Хай-Тек-Прес», 2013. 528 с.

9. Серета Л.П., В.С. Руткевич, М.В. Зінев. Study of the mathematical model of hydraulic drives segment-finger mower unit. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018 №1(100). С. 111–123.

Максим СТУДНИЦЬКИЙ¹²,

Студент 2 курсу,

Інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ДВИГУНА ROTAX 912

***Анотація.** Дана робота стосується детального аналізу конструкції двигуна Rotax 912, який є одним з найпопулярніших літакових двигунів у світі. Робота присвячена розгляду основних технічних характеристик та компонентів цього двигуна, а також вивченню його особливостей та переваг у порівнянні з аналогічними агрегатами. Авіаційні засоби дозволяють сільським господарствам оптимізувати робочі процеси, зменшуючи час та зусилля, потрібні для обробки полів. У цьому контексті двигун Rotax 912 відіграє ключову роль. Його надійність, ефективність та універсальність роблять його незамінним елементом для сільськогосподарських літаків. Використання двигуна Rotax 912 в сільському господарстві сприяє зниженню витрат та оптимізації ресурсів, що робить його незамінним інструментом для сучасного агробізнесу.*

¹²Науковий керівник: Рябошапка В.Б. к.т.н., ст. викладач кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

Ключові слова: *Авіаційний двигун, конструкція, охолодження повітрям, горизонтально-протилежний, надійність, обслуговування.*

Annotation. *This paper deals with a detailed analysis of the design of the Rotax 912 engine, which is one of the most popular aircraft engines in the world. The paper is devoted to the main technical characteristics and components of this engine, as well as to the study of its features and advantages in comparison with similar units. Aircraft allow farmers to optimize their work processes, reducing the time and effort required to cultivate their fields. In this context, the Rotax 912 engine plays a key role. Its reliability, efficiency and versatility make it an indispensable element for agricultural aircraft. The use of the Rotax 912 engine in agriculture helps to reduce costs and optimize resources, making it an indispensable tool for modern agribusiness.*

Key words: *Aviation engine, construction, air cooling, horizontal-opposite, reliability, maintenance.*

Вступ. У сучасному світі авіаційна індустрія постійно знаходиться в стадії активного розвитку, що обумовлено постійним зростанням попиту на легкі та надійні двигуни для літаків та повітряних апаратів. Однією з важливих ланок цього розвитку є розробка та вдосконалення двигунів, які б спільно забезпечували високу продуктивність та надійність.

Виклад основного матеріалу. Кривошипно-шатунний механізм призначений для перетворення зворотно-поступального руху в обертовий рух колінчастого валу.

Кривошипно-шатунний механізм двигуна "ROTEX-912" (рис.1) є механізмом центрального типу і включає картер двигуна, колінчастий вал із шатунами і підшипниками ковзання, поршні з кільцями і поршневыми пальцями, циліндри і головки циліндрів.

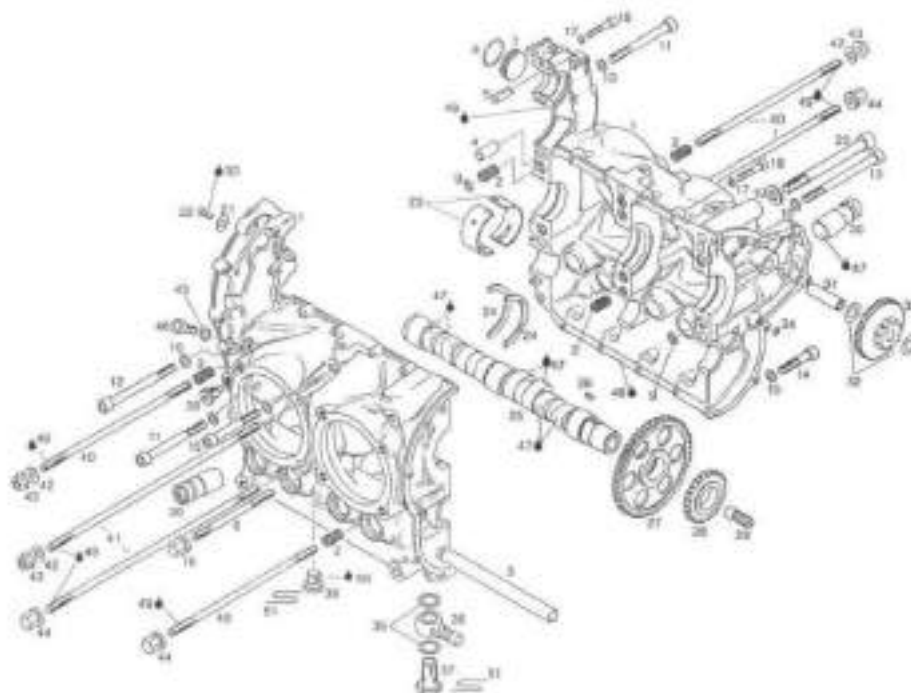


Рис 1. – Картер двигуна

Картер - це основна частина двигуна, в якій знаходиться колінчастий вал з шатунами і підшипниками ковзання, а також розподільний вал з гідравлічними компенсаторами зазорів клапанів. Передня частина картера (з боку валу відбору потужності) є корпусом вбудованої коробки передач. Картер сприймає вплив з боку колінчастого валу і піддається силам різної величини і характеру, що виникають в результаті обертання пропелера під час роботи двигуна.

Картер тунельного типу, роз'єднувальний і механічно оброблений, ліва і права половини відлиті з алюмінієвого сплаву. Роз'єми картера проходять вертикально вздовж осі колінчастого валу і ущільнені спеціальним ущільнювальним матеріалом.

Поршень, поршневі кільця та поршковий палець. Поршень сприймає тиск газів і передає їхню роботу через шатун на КВ. Поршень відлитий з алюмінієвого сплаву, механічно оброблений зовні і частково з середини [1]. У частині днища поршня є заглиблення (рис. 2). У головці поршня виточені три канавки для встановлення поршневих кілець. У нижній канавці є чотири радіальних отвори для зливу масла на верхню головку шатуна та у картер.

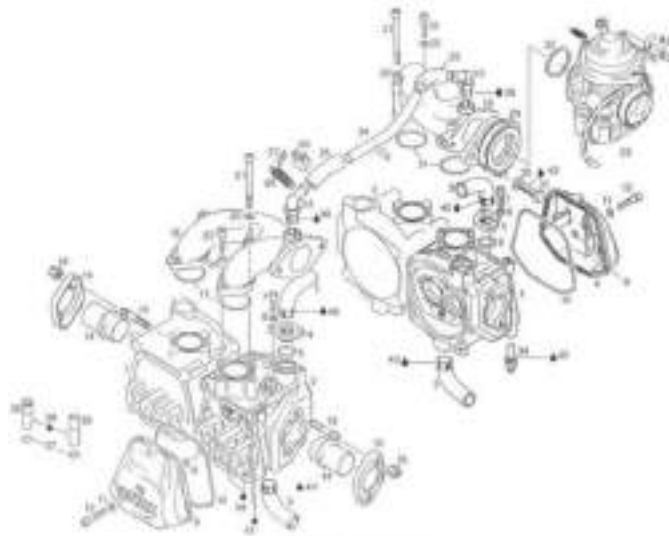


Рис 2. – Циліндро-поршнева група та КШМ

Верхнє і середнє кільця – компресійні, нижнє – маслоснімне з розрізною пружиною. У центрі юбки поршня розташовані дві діаметрально протилежні бобишки з отворами для поршневого пальця. В бобишках є вибірки для покращення змащення поршневого пальця. Поршковий палець є порожнистим, плаваючим, який з'єднує поршень з шатуном. Від осьового переміщення палець фіксується двома стопорними кільцями.

Головку циліндра (рис. 3) відлито з алюмінієвого сплаву з подальшим механічним обробленням. Порожнина між стінками головки утворюють простір, через який циркулює охолоджувальна рідина. У камері згоряння головки розташовані сідла випускного і впускного клапанів, а з протилежного боку - порожнина для компонентів газорозподільного механізму, яка закрита кришкою з ущільнюючими кільцями.

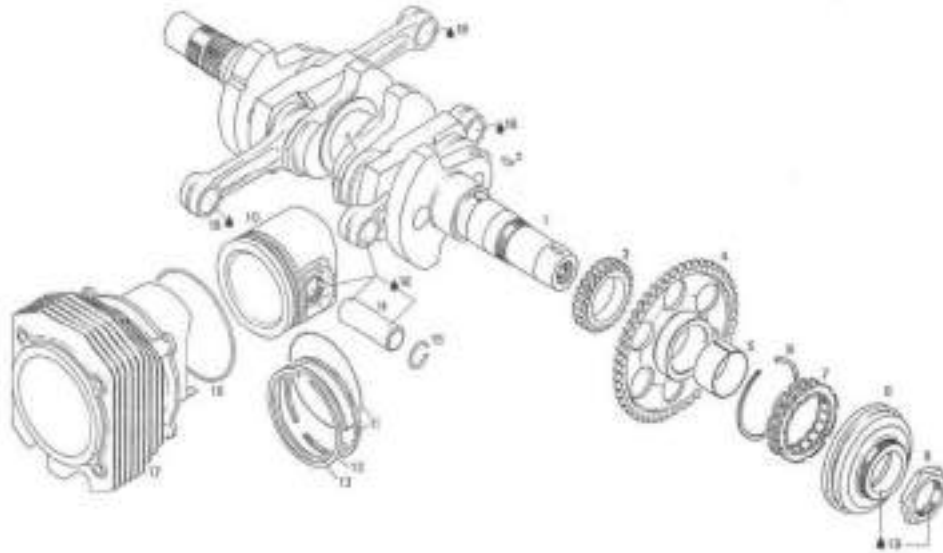


Рис 3. – Головки циліндрів

Механізм газорозподілу двигуна має нижнє розташування розподільного валу і верхнє розташування клапанів.

Система живлення. Система живлення використовується для, подачі зберігання та очищення палива, очищення та подачі повітря, приготування горючих сумішей і живлення циліндрів двигуна. [2].

Паливна система (рис. 4) містить у собі: 1 – паливний бак, 2 – заливну горловину із атмосферним клапаном, 3 – фільтр грубого очищення, 4 – перекриваючий пожежний кран, 5 – фільтр тонкого очищення, 6 – механічний паливний насос, 7 – зливний кран, 8 – вбудований фільтр паливного насоса, 9 – зворотна магістраль, 10 – показчик тиску.

Система мащення. Система змащення служить для змащення, часткового охолодження і видалення продуктів зносу з тертьових поверхонь двигуна.

Система змащення двигуна (рис. 5) – це система закритого типу з "сухим" картером, з примусовою циркуляцією оливи. Вбудований масляний насос об'ємного типу приводиться в дію від шестерні розподільного валу.

Масло з масляного бака (1) під дією вакууму, створеного масляним насосом, надходить у всмоктувальний канал (2), проходить через радіатор (3) і по всмоктувальному каналі (4) потрапляє в порожнину масляного насоса, утворену ротором (5). При обертанні ротора масло стискається і нагнітається в нагнітальну порожнину насоса. З цієї порожнини масло перетікає через периферійні отвори фільтра (7) у його внутрішню порожнину. При проходженні оливи через фільтруючий елемент у внутрішню порожнину фільтра відбувається видалення домішок. Якщо фільтруючий елемент забуднений різноманітними домішками, різниця тисків відкриває клапан (10), і олива, минаючи фільтруючий елемент, потрапляє в двигун, запобігаючи таким чином масляному голодуванню [3].

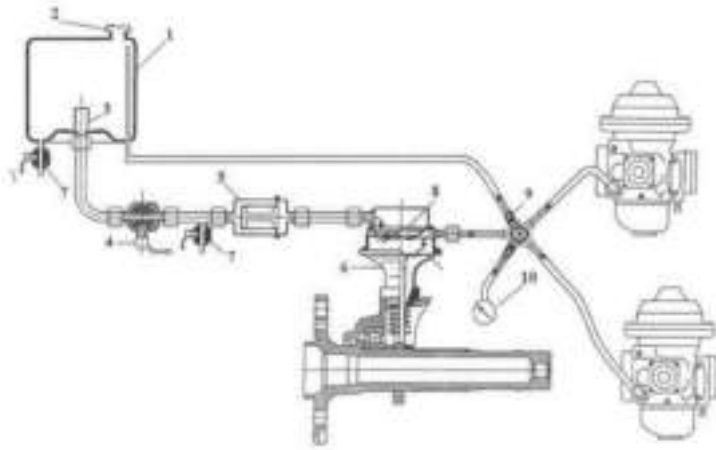


Рис 4. – Принципова схема живлення

Система охолодження. Система охолодження (рис. 6) призначена для підтримки оптимального теплового режиму двигуна шляхом контролю відведення тепла від компонентів, які нагрілися внаслідок тертя або контакту з гарячими газами. Якщо відведення тепла недостатнє, двигун може перегрітися, що призведе до зниження вихідної потужності, збільшення витрати палива та детонації. Якщо двигун перегрівається, відбувається гаряче заклинювання і блокування поршнів. Переохолодження двигуна призводить до збільшення витрати палива і значного скорочення терміну служби деталей циліндро-поршневої групи. Двигун Rotax 912 оснащений комбінованою системою охолодження.

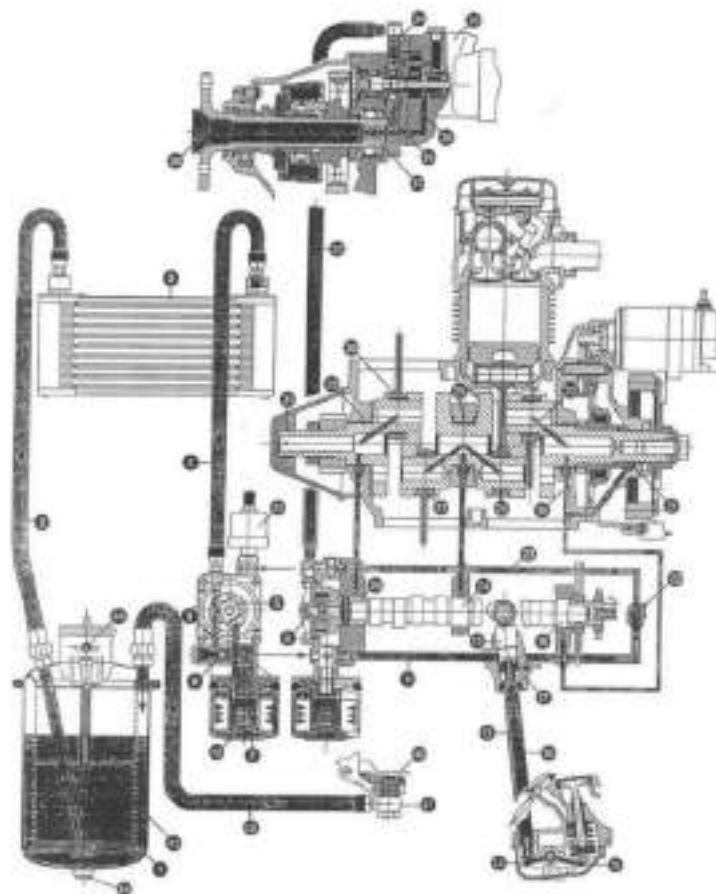


Рис 5. – Система мащення Rotax 912

Потік повітря охолоджує циліндри двигуна продуваючись через ребра охолодження циліндрів. Головки циліндрів охолоджуються циркуляцією рідини в порожнинах головки.

Замкнута система рідинного охолодження з примусовою циркуляцією рідини від відцентрового насоса. Охолоджуюча рідина подається з нижньої частини радіатора в сорочку охолодження головки, надходить в розширювальний бачок і повертається назад в радіатор.

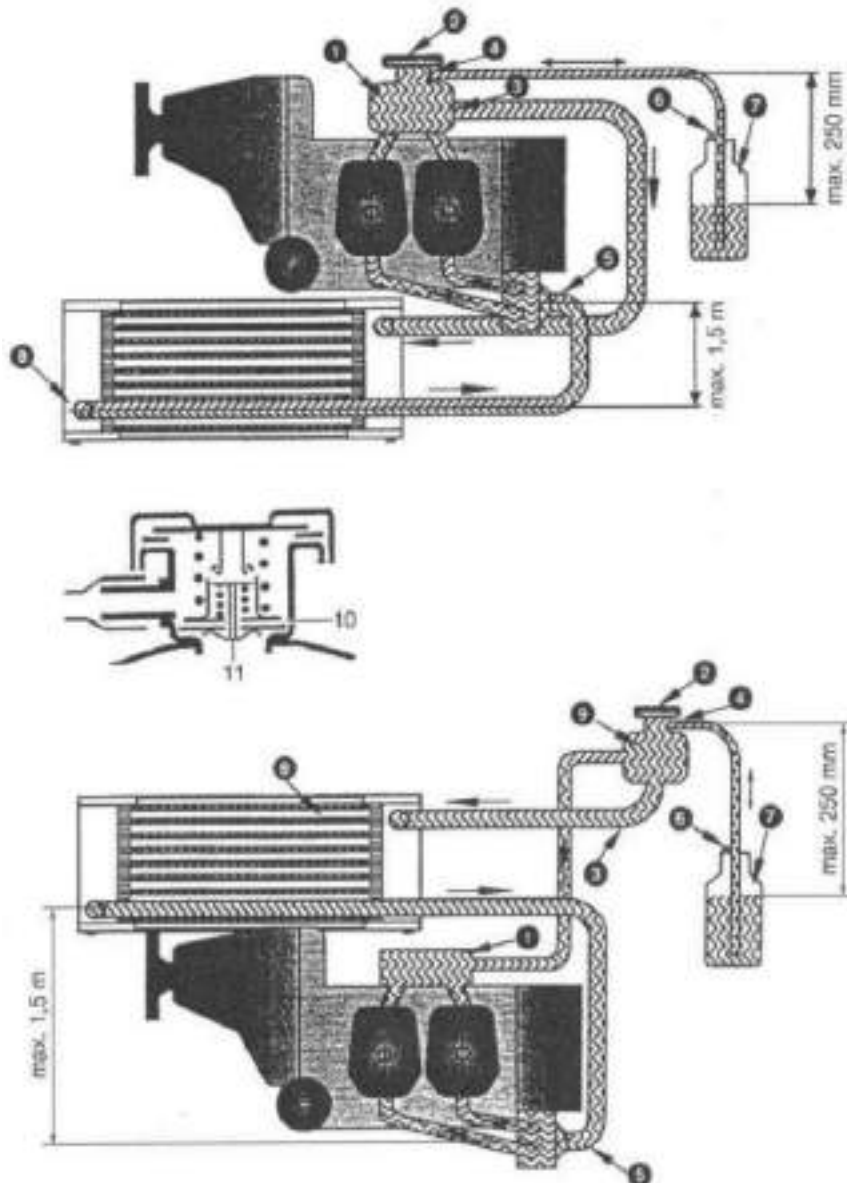


Рис 6. – Принципова схема системи охолодження

Робоче колесо насоса встановлене на валу, що приводиться в рух паровою шестерень від розподільного валу.

Данна система охолодження має досить велику ефективність що дозволяє підтримувати оптимальну температуру двигуна, що сприяє покращенню ефективності роботи двигуна. Вона допомагає уникнути перегріву, який може спричинити збої в роботі двигуна. Вона розроблена з огляду на високу надійність та довговічність.

Система охолодження Rotax 912 добре збалансована з точки зору ваги та об'єму, що важливо для літаків та повітряних апаратів. Вона не надмірно заважає загальній масі літака та забезпечує компактність двигуна [4].

Висновки. У результаті дослідження будови двигуна Rotax 912 було виявлено, що цей двигун має складну та не типову конструкцію, яка допомагає забезпечувати високу продуктивність та надійність в різних умовах експлуатації.

Ця робота висвітлила важливі аспекти конструкції та функціонування двигуна Rotax 912, що є актуальним для двигунобудувальної індустрії. Будова цього двигуна спроектована з метою забезпечення високої продуктивності, ефективності та надійності. Така конструкція робить Rotax 912 популярним та застосовним в різних типах сільськогосподарської авіації.

Дослідження структури цього двигуна важливо для розуміння його принципів роботи та може бути корисним для підтримки його оптимальної експлуатації та технічного обслуговування. Відомості, набуті в результаті цього дослідження, можуть служити основою для подальших удосконалень та розвитку як двигунобудувальної галузі так і сільськогосподарської авіаційної техніки.

Список використаної літератури

1. Авіасіч: веб-сайт. URL: <http://aviasich.kiev.ua/rotax-engine/> (дата звернення 07.04.2024).
2. Авіаційні двигуни, Rotax Aircraft Engines: веб-сайт. URL: <https://www.flyrotax.com/ua/products/912-uls-s> (дата звернення 07.04.2024).
3. Nompage. Bombardier: веб-сайт. URL: <https://bombardier.com/en> (дата звернення 07.09.2023).
4. Мотор Січ. Авіаційні двигуни: веб-сайт. URL: <https://motorsich.com/ukr/products/> (дата звернення 07.04.2024).

Олександр ЖОМІР¹³,
студент 4 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

УДОСКОНАЛЕННЯ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ КОМБАЙНА

Анотація. Ця стаття присвячена удосконаленню молотильного пристрою комбайна. Удосконалено конструкцію комбайну шляхом створення нової конструкції двобарабанного молотильно-сепарувального пристрою,

¹³Науковий керівник: Купчук І.М. к.т.н., доцент кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв.

окрім цього, змінено конструкцію молотильного пристрою, який виконаний у вигляді вальцевого типу з еластичними робочими поверхнями.

Ключові слова: молотильний пристрій, вальцевий молотильний пристрій, еластичні робочі поверхні.

Annotation. This article is devoted to the improvement of the threshing device of the combine harvester. The design of the combine was improved by creating a new design of the two-drum threshing-separating device, in addition, the design of the threshing device, which is made in the form of a roller type with elastic working surfaces, was changed.

Key words: threshing device, roller threshing device, elastic working surfaces.

Вступ. Для того, щоб отримати високі результати збирання врожаю основних культур необхідним є дотримання відповідної агротехніки, але більш найвідповідальнішою операцією технологічного процесу є якомога якісніше збирання готової продукції з-за допомогою комбайнів. Тому виникає необхідність для розробки принципово нових конструктивних рішень вітчизняної зернозбиральної техніки, призначення яких базується на збиранні зернових, зернобобових, круп'яних та інших с.г. культур прямим комбайнуванням і роздільним способом.

Метою статі є удосконалення конструкції комбайну, за рахунок створення нової конструкції двобарабанного молотильно-сепарувального пристрою та зміною конструкцію молотильного пристрою, який виконаний у вигляді вальцевого типу з еластичними робочими поверхнями.

Виклад основного матеріалу. В теперішніх реаліях у зв'язку з гострою необхідністю орієнтування на новітні сільськогосподарські технології вирощування з адекватним технічним забезпеченням є стійка потреба в надійній, високопродуктивній зернозбиральній техніці.

Комбайни використовують для збирання зернових, зернобобових, круп'яних та інших с.г. культур прямим комбайнуванням і роздільним способом. Комбайни класифікують як причіпні, начіпні та самохідні. Начіпні комбайни навішують на самохідні шасі, причіпні – агрегують із тракторами. Найбільшого поширення набрали самохідні комбайни. Розрізняють прямопотокові і непрямопотокові комбайни. У перших скошена маса із жатки надходить прямо до молотильного апарата, у других – зрізані стебла переміщуються до середини або вбік платформи жатки, а потім подаються до молотильного апарата. Використовують, в основному, непрямопотокові самохідні комбайни.

В основу було запропоновано нову конструкцію молотильно-сепарувального пристрою комбайну та змінено конструкцію молотильного пристрою, який виконаний у вигляді вальцевого типу з еластичними робочими поверхнями [1].

Основною ціллю є створення нової конструкції високопродуктивного двобарабанного молотильно-сепарувального пристрою зернозбирального

комбайна зі зменшеними габаритами та масою, позбавленого недоліків, при його трансформації у однобарабанный комбайн.

Молотильно-сепарувальний пристрій призначений для обмолоту зерна, відокремлення його із грубого вороху, очищення зерна від великих, дрібних і легких домішок, збирання в бункер і вивантаження в транспортні засоби, а також транспортування соломи, збоїн і полови в пристрій для збирання незернової частини врожаю.

Молотарка має приймальну камеру, молотильний апарат, відбійний бітер, клавішний соломотряс, повітря-решітний очисник, домолочувальний пристрій, бункер для зерна, а також механізми керування і приводу.

Загальна будова молотильного пристрою. Приймальна камера з боків обмежена панелями молотарки, зверху – кришкою 2 (рис. 1), внизу камерою каменеуловлювача, а спереду горловиною, в яку встановлено верхню частину похилої камери жатної частини.

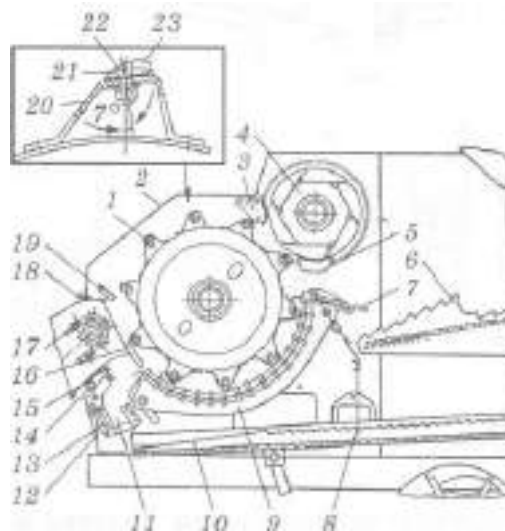


Рис 1. – Молотильно-сепарувальний пристрій комбайна: 1 – барабан; 2 – кришка; 3 – відсікач повітряного потоку; 4 – відбійний бітер; 5, 16 і 19 – щитки; 6 – соломотряс; 7 – пальцева решітка; 8 – полотняний фартух; 9 – підбарабання; 10 – стрясна дошка очисника; 11 – камера каменеуловлювача; 12 – рукоятка; 13 – відкидна кришка; 14 – труба з роликami; 15 – перехідний щиток; 17 – плаваючий конвеєр; 18 – прогумований пас; 20 – підбильник; 21 – регулювальна пластина; 22 – болт; 23 – било.

Похилу камеру встановлено так, що відстань між білами барабана і планками конвеєра становить 20 мм. Це сприяє кращому спрямуванню хлібної маси в молотильний апарат і відбиванню твердих предметів у камеру каменеуловлювача [2].

Для досягнення поставленої мети, було прийнято рішення перший молотильний барабан встановлений у похилій камері, а його дека - на каркасі молотарки. Вісь обертання барабана суміщена з вісю повороту похилої камери. Нижній вал її транспортера встановлено таким чином, що в робочому положенні відстань від осі нижнього валу транспортера похилої камери до осі другого молотильного барабану залишається незмінною. Верхній вал транспортера похилої камери розташовано таким чином, що вектор швидкості потоку хлібної маси, яку він транспортує, спрямований вище осі першого

молотильного барабана не менше ніж $1/2$ його радіуса і зберігає орієнтацію відносно осі молотильного барабана при будь-якому можливому положенні похилої камери відносно молотарки.

Розміщення першого молотильного барабана в похилій камері і суміщення його осі з віссю її повороту відносно молотарки, а також установка осі нижнього вала транспортера похилої камери виконано таким чином, щоб у робочому положенні відстань від його осі до осі другого молотильного барабана залишалася такою ж, як і в компоновці однобарабанного комбайна з класичною похилою камерою [3].

Це дозволило у порівнянні з існуючою конструкцією зменшити довжину двобарабанного комбайна на величину, рівну не менше ніж діаметру першого молотильного барабана, і зберегти незмінними оглядовість ріжучого апарата жатки, поздовжню стійкість комбайна як у двобарабанній, так і в однобарабанній компоновці.

Закріплення деки першого молотильного барабана на каркасі молотарки виключило її переміщення при повороті похилої камери, що дозволило забезпечити більш високу надійність протікання технологічного процесу при роботі з піднятою похилою камерою.

Установка транспортера похилої камери таким чином, що вектор швидкості потоку хлібної маси, яку він транспортує, спрямований вище осі першого молотильного барабана не менше ніж на $1/2$ його радіуса і зберігає орієнтацію відносно осі молотильного барабана при будь-якому можливому положенні похилої камери відносно молотарки, дала можливість збільшити кут обхвату його деки, а отже збільшити пропускну здатність комбайна [4].

Окрім цього, для збільшити продуктивність молотильного пристрою, знизити травмування насіння культур, було запропоновано молотильний пристрій вальцевого типу з еластичними робочими поверхнями.

В молотильному пристосуванні (рис. 2) вальці виконано у вигляді циліндрів з рифленнями та еластичними хвилеподібними робочими поверхнями, в яких западини плавно переходять у виступи по лінії їхнього з'єднання. Рифи одних вальців входять в западини інших вальців так, що між їхніми поверхнями утворено криволінійний молотильний зазор.

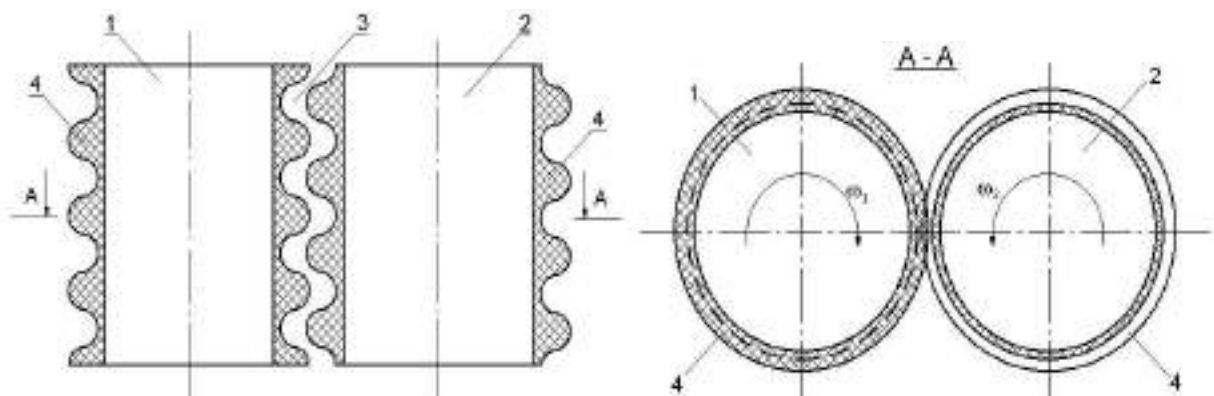


Рис 2. – Схема молотильного пристрою з еластичною рифленою поверхнею: 1 - валець більшого діаметру; 2 - валець меншого діаметру; 3 - молотильний зазор; 4 - еластична рифлена поверхня

Вальці мають здатність обертатися назустріч один одному з неодинаковими кутовими швидкостями. Відстань між центрами двох вальців можна регулювати в потрібних діапазонах, окрім цього нижні вальці є підпружиненими.

Сутність зміни елементів конструкції молотильного пристрою покликана для покращення якості обмолочування насіння за рахунок поєднання деформацій вороха в поздовжньому і поперечному напрямках поряд із зростанням площі контакту вороха з площиною поверхні вальців власне у молотильному зазорі.

Модернізований молотильний пристрій працює наступним чином. Коли валець 1 обертається назустріч вальця 2 з неодинаковими кутовими швидкостями, та на матеріал, який надходить в молотильний зазор 3, що утворюється за рахунок рифленої поверхні вальців 1 та 2, чиниться згинаюча дія в поперечному напрямі. За рахунок рифленої поверхні вальців є змога до збільшення площі контакту в $\pi/2$ разів (рис. 3).

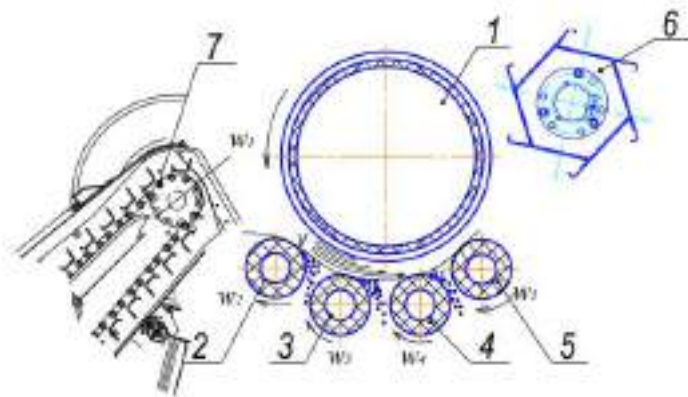


Рис 3. – Схема запропонованого молотильного пристрою: 1 - валець більшого діаметру; 2,3,4 і 5 - вальці меншого діаметру; 6 - відбійний бітер; 7 - похила камера

Технологічний процес вальцевого молотильного пристосування з еластичними рифленими робочими поверхнями проходить наступним чином.

Валець 1 обертається назустріч вальцям 2, 3, 4, 5 з неоднаковими кутовими швидкостями, таким чином на матеріал, який подається у молотильний зазор 3 (рис. 3), що утворюється рифленими поверхнями вальців 1 і 2, 1 і 3, 1 і 4, 1 і 5 створюється згинальна дія в поперечному та поздовжньому напрямі, а це призводить власне до вимолочування насіння. За рахунок того, що вальці 2, 3, 4 і 5 можуть обертатися з різними кутовими швидкостями, створюються сприятливі умови для сепарації вороху.

Під час проходження через молотильний зазор маси вороху великих обсягів між вальцями 1 -2, 1 -3, 1 -4 і 1 -5, що можуть по черзі відхилятися, через те, що кожен із них є підпружиненим і за рахунок цього усувається нещільність прилягання, а також унеможливується забивання самого молотильного апарата [5].

Висновки. Для збільшення продуктивності молотильного пристрою, зниження травмування насіння культури, було запропоновано молотильний пристрій вальцевого типу з еластичними робочими поверхнями, окрім цього

для покращення якості обмолочування насіння впроваджено нову конструкції двобарабанного молотильно-сепарувального пристрою комбайна.

Список використаної літератури

1. Солона О. В., Купчук І.М. Теорія механізмів і машин. Курсове проектування. Навчальний посібник. 2-ге вид., допов. і перероб. Вінниця: ВНАУ, 2019. 249 с.
2. Солона О.В., Купчук І.М. Практикум з теорії механізмів і машин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, ТОВ «Друк», 2020. 252 с.
3. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: навч. посіб.; за ред. Д. Г. Войтюка. Суми: Унів. кн., 2008. 543 с.
4. Заїка П. М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 1. Частина 1. Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. Харків : Око, 2001. 444 с.
5. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК: навч. посіб. Т. 1. Вінниця: ВНАУ. 2019. 648 с.

Юрій МУРАВСЬКИЙ¹⁴,

Студент 4-го року навчання,
Інженерно-технологічного факультету,
Вінницького національного аграрного університету
Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБКИ СОЛОМИ КОЛОСОВИХ КУЛЬТУР

***Анотація.** Робота присвячена дослідженню процесу переробки соломистих відходів. У роботі, на проведено огляд літературних джерел, схемних рішень та патентної інформації про процеси подрібнення соломистих відходів. Проведений аналіз відомих конструкцій подрібнювачів та методик їх розрахунків. На підставі виконаного аналізу запропоновано нову конструкцію подрібнювача соломи. Розроблено його математичну модель та проведені дослідження.*

***Ключові слова:** Дослідження, процеси, переробка, солома, колосові культури*

***Annotation.** The work is devoted to the study of the straw waste processing process. In the work, a review of literary sources, schematic solutions and patent information on the processes of grinding straw waste was carried out. An analysis of known designs of shredders and methods of their calculations was carried out. On the basis of the performed analysis, a new design of the straw chopper is proposed. Its mathematical model was developed and research was carried out.*

¹⁴Науковий керівник: Шаргородський С.А. к.т.н, доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

Key words: Research, processes, processing, straw, ear crops

Вступ. Останнім часом у птахівництві найбільшого поширення одержала технологія підлогового вирощування бройлерів з використанням різного підстилкового матеріалу. Відповідно до технологічних норм вирощування птаха потреба в підстилці становить 1,1-1,3 тисяч тон у рік. Основною сировиною для виробництва підстилки є ошурки від деревообробної промисловості. Ошурки на сьогоднішній момент є дорогим матеріалом особливо для регіонів з малим змістом лісових масивів. Існує необхідність забезпечення даних обсягів підстилки з інших видів сировини. Збільшення виробництва м'яса птаха ставить проблему пошуку нового типу підстилкового матеріалу, можливим рішенням даної проблеми може бути переробка соломистої частини врожаю колосових культур (соломи). Відповідно до діючих стандартів і зоотехнічних вимог до підстилкового матеріалу для підлогового вирощування птаха, солома повинна відповідати ряду вимог, основними з яких є довжина різання, фракційний склад, наявність патогенної мікрофлори.

Розробка машин або технологічних ліній для переробки соломи колосових культур і виробництва соломистого підстилкового матеріалу із заданими показниками якості є актуальним завданням.

На сьогоднішній день вивчені й вирішені питання переробки соломи в рослинництві та виробництві кормів але не презентовано комплексних технічних рішень по переробці соломи колосових культур у підстилковий матеріал для птахофабрик із заданими показниками якості.

Для вирішення поставленої задачі необхідно провести аналіз основних конструкцій машин вітчизняного й закордонного виробництва, які можливо застосовувати для переробки соломи з одержанням наступних показників якості:

Є велика кількість сучасних силосозбиральних комбайнів, соломо подрібнювачів, силосорізок. Це пов'язано з різним комбінуванням у їх схемах відомих робочих органів і вузлів, різними способами їх агрегування з енергетичними засобами.

Барабанний і дисковий ріжучий апарат характеризуються примусовою подачею маси під ніж подаючими вальцями. Теоретична довжина різання залежить у цьому випадку від швидкості подачі маси, положення стебел щодо леза ножа, швидкості різання, кількості ножів. Відзначено, що ці подрібнюючі апарати забезпечують задовільну рівномірність різання. Подрібнювачі, із примусовою подачею маси, характеризуються тим, що дійсна довжина різання відхиляється від теоретичної на величину, що залежить від прослизання вальців відносно стебел, що подаються. Крім зазначених положень, помітний вплив на довжину різання виявляє початкова довжина стебел, продуктивність подрібнювача, вологість стебел і цілий ряд інших параметрів [4, 5, 6].

Подрібнювачі з барабанним ріжучим апаратом мають гвинтоподібні вигнуті ножі, закріплені на поверхні барабана. У дискових ріжучих апаратах ножі на них прикріплені до спиць маховика.

Процеси подрібнення сіна й кормової соломи відрізняються числом і

змістом операцій залежно від способу зберігання й призначення корму. Солому звичайно зберігають у скиртах неподрібною, або ж після комбайнового подрібнення, сіно неподріблене - також у скиртах розсипом або в тюках, здрібнене - у безбаштових сховищах.

Розрізняють наступні типи ріжучих апаратів як барабанні й дискові машини. Ніж з різним кутом заточення є робочим органом у даних машинах і кут заточення міняється залежно від призначення машини. Ножі можуть бути як із прямим лезом так і із криволінійною поверхнею. Січкарні використовують для подрібнення грубих кормів, для корнеклубнеплодів — коренерізки, а для зеленої маси — траворізки й силосорізки. Універсальність машин дозволяє використовувати їх для подрібнення грубих кормів і силосної маси (соломосилосорізки) [7, 8, 9].

Суху солому вологістю до 10-12% краще подрібнювати в штифтових подрібнювачах. З підвищенням вологості якість подрібнення й розщеплення стебел знижується. В осінньо-зимові й весняні місяці солома в скиртах «відходить», та підвищується її вологість.

Подрібнювач ПК-30Б (рис. 1.) може працювати із приводом від ВВП трактора як навісний або у стаціонарному виконанні із приводом від електродвигуна. Даний подрібнювач забезпечує подрібнення соломи вологістю до 28 % без відчутного зниження якості, має пристосування для видалення з корму сторонніх предметів, пристосований для механічного завантаження, наприклад мобільним кормороздавачем КТУ-10. Сторонні домішки видаляють у проміжку $A = 300$ мм між транспортером і камерою подрібнення. Солома із транспортера втягується в камеру повітряним потоком, створюваним ротором, а більш важкі включення падають вниз.

Продуктивність подрібнювача залежить від виду корму, його вологості, величини й рівномірності подачі. При вологості соломи 9-10 % продуктивність досягає паспортної - 3 т/год. Якщо подрібнюють солому вологістю більш 18%, треба зменшити висоту шару соломи на живильному транспортері, що запобіжить перевантаженню двигуна й руйнування запобіжної муфти.

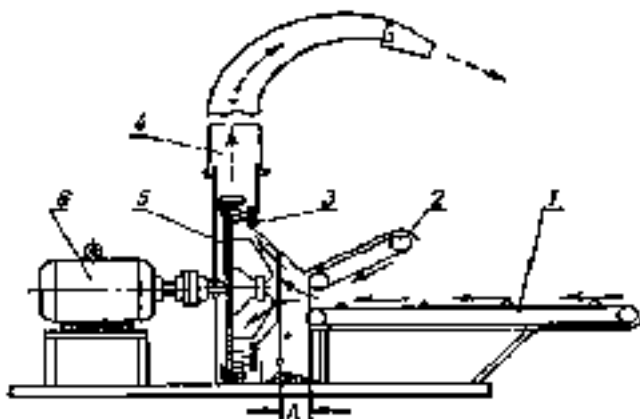


Рисунок 1 – Технологічна схема подрібнювача: 1, 2 - транспортери, подаючий та притисний; 3, 5 - нерухомий та рухомий диски зі штифтами; 4 - дефлектор; 6 - електродвигун.

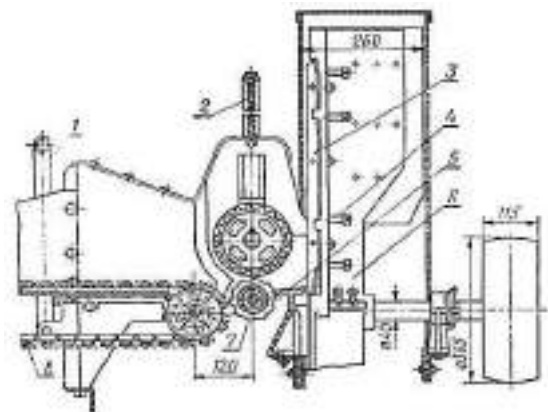


Рисунок 2. – Соломосилосорізка РСС-6: 1 - скоба керування; 2 - пружина; 3 - ніж; 4 - регульовальні гвинти; 5 - протиріжуча пластина; 6 - лопать; 7 - нижній живильний валець; 8 - транспортер.

Подрібнювач укомплектовано 25 лопатками, які встановлюють при здрібнюванні вологої соломи й знімають, якщо солома суха. Лопатки на роторі ставлять так, щоб число штифтів між сусідніми лопатками було однаковим по обидва боки: по зовнішньому ряду - 19, по внутрішньому - 9. Стрижні штифтів, до яких кріплять лопатки, повинні виступати за межі гайок із пружинними шайбами не менш чому на одну нитку.

Січкарка РСС-6 може служити й у якості силосорізки. Даний апарат (рис. 2.) складається з рами з колісним ходом, живильного транспортера, живильних вальців ріжучого апарата, механізму приводу відвідних труб з дефлектором. Робочий орган січкарки виконаний у вигляді дволопатевої крильчатки, закріпленої на головному валі та несучого два ножі із криволінійним лезом. Ножі кріпляться до бічних площин крильчатки за допомогою болтів. Величину зазору ріжучої пари ніж - протиріжуча пластина регулюють, змінюючи положення леза ножа щодо вертикальної площини за допомогою регулювальних гвинтів 4. Крильчатка обертається в кожусі, до патрубків якого приєднують відвідні труби для здрібненого продукту.

На сьогоднішній день питання фракціонування або очищення подрібненого соломистого матеріалу не вирішене. Для фракціонування й відділення пилоподібної фракції застосовуються пневматичні сепаратори. Найбільш підходящими обладнаннями для фракціонування й очищення соломи від пилоподібної фракції є пневматичні сепаратори зернової купи [2, 6, 9].

Пневмосепараторами є зерноочисні машини, які працюють за фракційною технологією. У даній технології поділ фракцій відбувається за рахунок впливу повітряного потоку. Відділення й поділ по різних фракціях заснований на аеродинамічних властивостях зерна.

Дані типи сепараторів використовуються для обробки зерна й насіння, точніше для видалення пилу із зернового матеріалу, а також для відділення легких домішок. Особливий інтерес для проведення досліджень у рамках даної роботи представляють пневмосепаратори. Дані машини здатні розділяти складні гетерогенні суміші на важковідділюємі соломисті домішки, тобто коли відмінності по аеродинамічних властивостях між основною фракцією й соломою незначні [2-9].

Переваги цього сепаратора в порівнянні з решітними машинами: простота конструкції, підвищена питома продуктивністю робота даного сепаратора не залежить від вологості й кількості сварка в зерновому матеріалі при низькому рівні травмування зерна й технологічну надійність. Недолік - це невисокий ефект очищення зернового матеріалу від великих і дрібних домішок.

Викладення основного матеріалу. Розглянемо структурну модель переробки соломистої устилки (рис. 3) з її функціональними зв'язками, технічними системами в застосовуваній технології.

На основі представленої моделі проведемо моделювання послідовності технологічних операцій, що формують схему переробки соломистого матеріалу.

Процес переробки залишків може соломи формувати кілька послідовних схем зміни властивостей вихідної сировини. Солома надходить у

накопичувальне обладнання або у вигляді тюків або у вигляді насипної маси. У якості накопичувача - 1 використовується бункер обладнаний системою подачі й розмотування тюків соломи. З додатковою функцією подачі на транспортуючі обладнання.

При формуванні розглянутої технологічних операції прийнятні допущення: операція одержання соломистої устилки розглянута як статика складного процесу, вихідний матеріал, як і раніше, розглядався як комбінація j -их компонентів з усередненими дискретними значеннями a_j їх утримання, постійними оцінними значеннями його вологості W , щільності його розподілу $f_Q(B)$ і щільності $f_V(B)$ розподілу повітряного потоку по ширині пневмоканала.

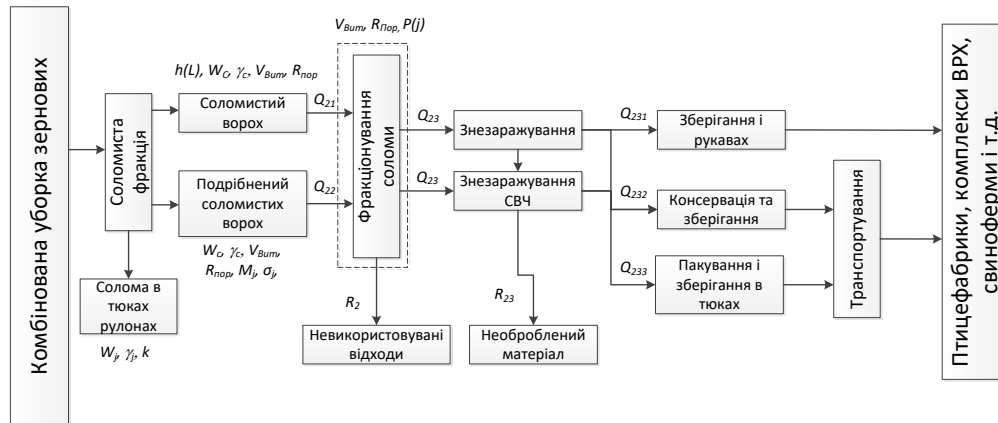


Рис 3. – Структурна модель переробки соломи колосових культур

У якості мікромоделей, що описують функціонування базових елементів підсистем використані статистичні моделі: для опису ріжучого барабана [4, 5], для опису повітряного потоку вентилятора [7, 8, 9].

Розглянемо вектор вхідних F і керованих факторів A_j функціонування даної моделі. На основі робіт [7, 9] визначені значимі фактори, що виявляють вплив на дану модель.

$$\overline{F}_{\text{сол}} = \{Q; W_i; a_i; \rho_{\text{сол}}; f_Q(B); f_V(B); f_{\wedge n}(V); f_{n\wedge n}(V); f_{Tn}(V)\}, \quad (1)$$

де W - вологість соломи, %; γ - щільність соломистої сировини, кг/м^3 ; a_j – вміст j - компонента в соломистому матеріалі; $f_Q(B)$ - щільність імовірності розподілу подачі Q соломистого матеріалу по ширині B пневмоканала; $f_V(B)$ - щільність імовірності розподілу швидкостей витання по ширині B пневмоканалу; $f_{\wedge n}(V)$ - щільність розподілу ймовірності легких n - их компонентів; $f_{n\wedge n}(V)$ - щільність розподілу ймовірності випадкової величини ознаки поділу n -го компонента в прохідній фракції на n - ому майданчику перетину аспіраційного пневмоканалу; $f_{Tn}(V)$ - щільність розподілу імовірності важких n - их компонентів;

Розглянемо складові вектору F вхідних впливів

$Q = 6 - 10$ т/год; $W = 10- 30\%$; a_1 (зміст великої фракції соломи $a_1 = 64\%$;

зміст бур'янистих домішок $a_2 = 10\%$; зміст дрібної фракції соломи $a_3 = 20\%$; великі бур'янисті домішки $a_4 = 6\%$); $\rho_{col} = 40 - 45 \text{ кг/м}^3$;

$$\begin{aligned} f_v(B) &\rightarrow P_{Qp} = (P_{Q1}=0,02397; P_{Q2}=0,02746; P_{Q24}=0,02397); \\ f_{Q\wedge n}(B) &\rightarrow P_{\wedge n} = (P_{\wedge 1}=0,0253; P_{\wedge 2}=0,0264; P_{\wedge 24}=0,0246); \\ f_{n\wedge n}(B) &\rightarrow P_{Qp} = (P_{Q1}=0,0538; P_{Q2}=0,0543; P_{Q24}=0,0538); \\ f_{Tn}(B) &\rightarrow P_{Qp} = (P_{Q1}=0,0638; P_{Q2}=0,0643; P_{Q24}=0,0638); \\ \vec{A}_{col} &= \{Q; B_k; H_k; S_k; P_{\eta n}(V); F_B; F_{II}; v_{mi}; M_{vj}\} \end{aligned} \quad (2)$$

Q - величина подачі соломистого матеріалу, т/год; B_k - ширина пневмоканалу, м; H_k - глибина пневмоканала, м; S_k - висота введення соломистого матеріалу пневмоканала, м; $P_{\eta n}(V)$ - імовірність повноти виділення легкого n -го компонента із соломистого середовища залежно від їхньої швидкості; F_B - площа визначальні співвідношення ймовірності виносу через аспіраційний канал n -го компонента на його ті площадці; F_n - площа визначальні співвідношення ймовірності проходу через аспіраційний канал n -го компонента на його m_i -тому майданчику; $i m_i$ - середня робоча швидкість повітряного потоку на m_i -тому майданчику, м/с; M_{vj} - математичне очікування швидкості витання j -тих компонентів.

Вектор \vec{A}_1 активних засобів подрібнювача:

$$\begin{aligned} \vec{A}_1 &= \{l_{col} = 0,050 - 0,250 \text{ м}; \rho_{col1} = 40 - 45 \text{ кг} / \text{м}^3; d_{col1} = 0,0035 \text{ м}; \\ \alpha_{ниж} &= 0 - 45^\circ; n_{ниж} = 4 - 10 \text{ шт}; n = 100 - 1500 \text{ хв}^{-1}\} \end{aligned}$$

Вектор \vec{A}_2 активних засобів пневмосепаратора.

$$\begin{aligned} \vec{A}_2 &= \{l_{col2} = 0,050 - 0,150 \text{ м}; \rho_{col2} = 45 - 47,6 \text{ кг} / \text{м}^3; d_{col2} = 0,0035 \text{ м}; \\ V_{вит} &= 6 - 13 \text{ м} / \text{с}; V_{потока} = 5 - 10 \text{ м} / \text{с}; \beta_{потока} = 20 - 800; B_k = 0,3 - 0,4 \text{ м}; \\ H_k &= 0,02 - 0,06 \text{ м}; S_k = 0,3 - 0,4 \text{ м}\}. \end{aligned}$$

Дослідження проводилися при варіації подач соломистого матеріалу: $6,5 \text{ т/год} < Q < 10,2 \text{ т/год}$ при вологості $W = 10...30\%$:

На основі проведених досліджень була розроблена структурна схема машини для переробки соломи в підстилковий матеріал для птахофабрики. Функціональну схему апарата показано на рис. 4.

Розпушений соломистий матеріал по стрічковому транспортеру (1) подається на підпресувальні вальці (2), які обертаються назустріч один одному та ущільнюють вихідний матеріал, що надходить на ріжучий барабан (3), для подальшого його подрібнення.

Подрібнена соломиста маса під дією повітряного потоку, створюваного вентилятором(4), розділяється на фракції за рахунок видування пилоподібних, бур'янистих часток і дрібної фракції соломи, що мають більшу швидкість

вигляду, чому основний продукт, який має однорідний склад по довжині за рахунок подрібнення ущільненого матеріалу. Пилоподібні бур'янисті частки й дрібна фракція через фракційну камеру (7) направляються в спеціальне відділення - сортувальний бункер (6), а основний продукт вивантажується з обладнання за допомогою стрічкового транспортера (5).

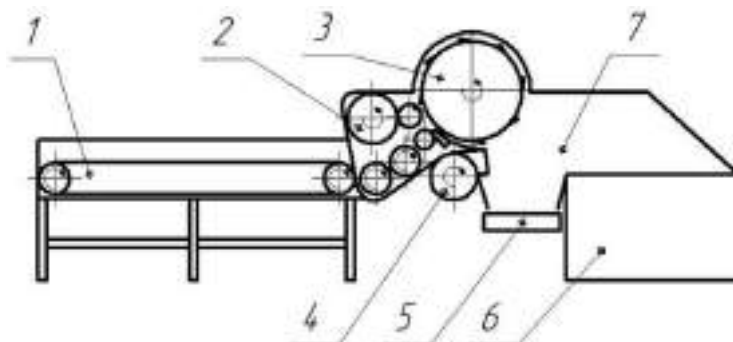


Рис 4. – Схема машини: 1 - подаючий транспортер, 2 - підпресовочні вальці, 3 - ріжучий барабан, 4 - вентилятор, 5 - вивантажувальний транспортер, 6 - сортувальний бункер, 7 - фракційна камера

За даною схемою були визначені наступні технічні параметри функціонування машини по переробці соломи колосових культур у підстилку для птахофабрики:

- продуктивність апарата, Q - 6,5-9,0 т/год;
- питома енергоємність апарата - 30-40 кВт;
- довжина різання обробленої соломистої фракції, l - 100-120 мм;
- зміст основний соломистої фракції (повнота проходу основної фракції), A_{no} не менш 80% ;
- зміст дрібних бур'янистих домішок (повнота виділення дрібних домішок), E_{oc} не більш 5 %;
- зміст бур'янистих домішок, B_c не більш 3 %.

На основі аналізу моделі та схеми переробки соломистого матеріалу в підстилку для підлогового утримання птаха основний значення має вміст дрібних, бур'янистих домішок і вміст основної фракції подрібненої соломи (A_{no}, E_{oc}, B_c).

Для одержання заданих параметрів кінцевого продукту, соломистої підстилки, необхідно застосувати фракціонування в аспіраційному пневмоканалі. Основні фактори, що впливають на процес повітряного фракціонування: $V_{потока}$ - швидкість повітряного потоку, м/с; $\beta_{потока}$ - кут подачі повітряного потоку, гради; B_k - ширина пневмоканала, м; S_k - глибина пневмоканала, м; H_k - висота введення соломистого матеріалу пневмоканала, м;

Зміна геометричних характеристик пневмоканалу дозволить збільшити ефективність виділення дрібних і бур'янистих домішок без зміни $V_{потока}$; $\beta_{потока}$, а також кінцеву чистоту соломистого матеріалу A_{no} . Для виявлення теоретичної закономірності геометричних характеристик пневмоканала і якості здрібненого соломистого матеріалу необхідно провести моделювання у вертикальному аспіраційному пневмоканалі.

Процес аеробного фракціонування соломистого матеріалу у

вертикальному пневмоканалі буде залежати від безлічі факторів основними з яких будуть:

- технологічні властивості матеріалу;
- імовірність характеристики розподілу подачі матеріалу по ширині введення (транспортером) у пневмоканал;
- розподіл по поперечному перерізу у пневмоканалі;
- імовірними характеристиками розподілу по цьому перетину швидкостей повітряного потоку;
- імовірні характеристики розподілу положення соломи в перетин щодо вектора швидкості повітряного потоку.

Дані фактори безпосередньо будуть впливати на моделювання процесу аеробного фракціонера при багатомірному аналізі процесу, структурному й параметричному синтезі вертикального пневмоканалу [7, 8, 9].

Висновки. Розроблена структурна модель переробки соломи колосових культур з описом взаємозв'язків окремих технологічних операцій. На її основі сформована структурно-технологічна схема окремих технологічних операцій, що дозволяє переробляти соломистий матеріал у підстилку для птахофабрик із заданими показниками якості (довжина різання, процентний вміст різних фракцій соломи).

Розроблена математична модель процесу пневмосепарації в аспіраційному каналі, що дозволяє прогнозувати прохід різних часток соломистої фракції, регулювати чисельні характеристики розмірних величин $гс.в(i)і$; $Мс.в(i)і$; $ос.в(i)і$ залежно від швидкості повітряного потоку й геометричних характеристик аспіраційного каналу (ширина й глибина). Отримані закономірності проходу, у відсотком співвідношення, основної фракції соломи, дрібної фракції. Теоретична продуктивність становить від 6,5 до 9,0 т/год при заданих технічних вимогах для утримання бройлерів при підлоговій технології вирощування.

Список використаної літератури

1. Ivanov M.I., Rutkevych V.S., Kolisnyk O.M., Lisovoy I.O. Research on the block-portion separator parameters influence on the adjustment range of operating elements speed. *INMATEH - Agricultural Engineering*. 2019. Vol. 57/1. P. 37–44.
2. Іванов М.І., Шаргородський С.А., Руткевич В.С. Підвищення експлуатаційної ефективності блочно-порційного вивантажувача консервованих кормів шляхом гідрофікації привода робочих органів. *Промислова гідравліка і пневматика*. 2013. №1(39). С. 91–96.
3. Калетнік Г.М., Чаусов М.Г., Швайко В.М., Пришляк В.М. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість. Ч.ІІІ: Підручник. Київ.: «Хай-Тек-Прес», 2013. 528 с.
4. Руткевич В.С. Адаптивний гідравлічний привод блочно-порційного відокремлювача консервованого корму. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2017. №4(99). С. 108–113.
5. Caiqi, Hu Harvesting and Utilization of Crop Residues as Biomass Feedstock in China. *Journal American Society of Agricultural and Biological*

Engineers. 2011. № 4.

6. Grochouish, J. Research upon possibility to augment air stream separation ability for cleaning of grainy materials . *Sb. Median. Fak. Visore Sroly Zeme*. Praze. 2018. №1. P.285-287.

7. Moskovskiy, M.N. *Modeling of the fractionation the straw heap in the aspiration chamber. DNY VEDY - 2012: materialy VIII Mezinarodni vedecko-prakticka conference. 27 brezen - 05 dubna 2012. - Praha (Czech). Dil 80: Zemedelstvi. P 69-72.*

Дмитро ЧЕРВІНСЬКИЙ¹⁵,

Студент 4 курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ГІДРАВЛІЧНА СИСТЕМА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИНАХ ДЛЯ ОБРОБКУ ҐРУНТУ

Анотація. У даній науковій статті розглянуто застосування гідравліки в сільськогосподарських машинах для обробки ґрунту. Розглянуті різноманітні аспекти використання гідравлічних систем у сучасних сільськогосподарських технологіях, зокрема в механізмах обробки ґрунту, таких як плуги, культиватори, глибокорозрихлювачі та інші.

Ключові слова: гідравлічні системи, ефективність, точність, продуктивність.

Annotation. This scientific article examines the application of hydraulics in agricultural machinery for soil cultivation. Various aspects of using hydraulic systems in modern agricultural technologies are discussed, particularly in soil cultivation mechanisms such as plows, cultivators, deep rippers, and others.

Keywords: Hydraulic systems, Efficiency, Accuracy, Productivity.

Вступ. Основний акцент виробники сьогодні роблять на інтеграцію навісного обладнання із системами керування та моніторингу основної техніки, застосування інноваційних матеріалів і компонентів, розробці модульних систем, розширенні асортименту й функціоналу машин.

Основне завдання гідравлічної системи - забезпечити безперебійну роботу і привод робочих органів та навісного обладнання. Трансформація механічної енергії, вироблюваної приводним двигуном, в гідравлічну здійснюється наступним чином: при роботі дизельного двигуна обертається вал гідравлічного насоса, після чого гідравлічна рідина не обминаючи систему

¹⁵Науковий керівник: Швець Л.В., кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

клапанів надходить в гідромотори та гідроциліндри перевтілюючись в механічну енергію обертання. Після цього гідравлічна рідина знову надходить в гідробак і потрапляє в насос, після чого відбувається повторення всього циклу.[1].

Виклад основного матеріалу: Переваги гідравлічних систем:

- Підвищення продуктивності: Гідравлічні системи дозволяють швидко та легко піднімати, опускати та налагоджувати знаряддя, економлячи час і підвищуючи ефективність роботи.
- Економія палива: Гідравлічні системи більш економні, ніж механічні, завдяки кращому передаванню потужності та зниженню тертя.
- Зменшення навантаження на оператора: Гідравлічні системи роблять роботу оператора більш комфортною, адже не потрібно вручну піднімати та опускати важкі знаряддя.
- Точність керування: Гідравлічні системи забезпечують точне керування знаряддями, що важливо для якісної обробки ґрунту.
- Універсальність: Гідравлічні системи можна використовувати для різних знарядь, що робить сільськогосподарську техніку більш універсальною.

Типи гідравлічних систем:

В сільськогосподарських машинах для обробки ґрунту використовується два основних типи гідравлічних систем:

- Навісні гідравлічні системи: Ці системи використовуються для піднімання та опускання навісних знарядь, таких як плуги, культиватори та сівалки.

Причіпні гідравлічні системи: Ці системи використовуються для керування причіпними знаряддями, такими як комбайни, косарки та розкидачі добрив.[2].

Компоненти гідравлічної системи:

Основними компонентами гідравлічної системи є:

- Гідравлічний насос: Забезпечує подачу гідравлічної рідини в систему.
- Гідравлічний розподільник: Направляє гідравлічну рідину до відповідних актуаторів.
- Гідравлічні циліндри: Піднімають і опускають знаряддя.
- Гідравлічні лінії: Транспортують гідравлічну рідину по системі.
- Гідравлічні баки: Зберігають гідравлічну рідину.

Робота гідравлічної системи:

Гідравлічна система працює за принципом Паскаля, який стверджує, що тиск, який прикладається до рідини в замкнутому просторі, передається по всій рідині без зменшення. Гідравлічний насос забирає гідравлічну рідину з бака і подає її під тиском до гідравлічного розподільника. Гідравлічний розподільник направляє гідравлічну рідину до відповідних гідравлічних циліндрів.

Гідравлічні циліндри перетворюють енергію гідравлічної рідини на механічну енергію, яка використовується для піднімання та опускання знарядь.[3-4].

Використання гідравліки в сільськогосподарських машинах:

Гідравліка використовується в сільськогосподарських машинах для:

- Піднімання та опускання знарядь: Гідравлічні циліндри використовуються для піднімання та опускання навісних та причіпних знарядь.
- Налаштування знарядь: Гідравлічні системи використовуються для регулювання глибини обробки ґрунту, ширини захвату знарядь та інших параметрів.
- Привод знарядь: Гідравлічні мотори використовуються для приводу таких знарядь, як косарки, розкидачі добрив та інші.

Переваги використання гідравліки в сільськогосподарських машинах:

- Підвищення продуктивності: Гідравлічні системи дозволяють швидко та легко піднімати, опускати та налагоджувати знаряддя, економлячи час і підвищуючи ефективність роботи.
- Економія палива: Гідравлічні системи більш економні, ніж механічні, завдяки кращому передаванню потужності та зниженню тертя.
- Зменшення навантаження на оператора: Гідравлічні системи роблять роботу оператора більш комфортною, адже не потрібно вручну піднімати та опускати важкі знаряддя.
- Точність керування: Гідравлічні системи забезпечують точне керування знаряддями, що важливо для якісної обробки ґрунту.
- Універсальність: Гідравлічні системи можна використовувати для різних знарядь, що робить сільськогосподарську техніку більш універсальною.
- Надійність: Гідравлічні системи мають високу надійність і довговічність.
- Простота обслуговування: Гідравлічні системи прості в обслуговуванні та ремонті.

Діагностика та ремонт гідравлічних систем:

Діагностика гідравлічних систем є важливим етапом, який дозволяє визначити причини несправностей та усунути їх. Існує декілька методів діагностики:

- Візуальний огляд: Огляд гідравлічної системи може допомогти виявити візуальні дефекти, такі як витікання, пошкодження шлангів, тріщини в корпусах гідравлічних компонентів.
- Перевірка тиску: Вимірювання тиску в різних точках гідравлічної системи може допомогти визначити, чи є проблеми з насосом, розподільником, циліндрами або іншими компонентами.
- Аналіз гідравлічної рідини: Аналіз гідравлічної рідини може допомогти виявити забруднення, знос компонентів або попадання повітря в систему.
- Використання спеціальних інструментів: Існують спеціальні інструменти для діагностики гідравлічних систем, такі як манометри, течешукачі, діагностичні стенди.

Після діагностики та визначення причин несправностей можна приступати до ремонту гідравлічної системи. Ремонт може включати:

- **Заміна зношених деталей:** Заміна зношених деталей, таких як ущільнення, підшипники, шестерні, гідравлічні насоси, розподільники, циліндри.
- **Відновлення пошкоджених деталей:** Відновлення пошкоджених деталей, таких як корпуси гідравлічних компонентів, шланги, труби.
- **Усунення витоків:** Усунення витоків з гідравлічної системи.
- **Промивання гідравлічної системи:** Промивання гідравлічної системи для видалення забруднень.
- **Заміна гідравлічної рідини:** Заміна гідравлічної рідини на нову.
- **Ремонт гідравлічних систем** рекомендується довіряти кваліфікованим фахівцям, які мають досвід роботи з гідравлікою.
- При ремонті гідравлічних систем слід використовувати оригінальні запчастини або запчастини, які відповідають технічним характеристикам гідравлічної системи.

Після ремонту гідравлічної системи рекомендується провести її тестування та перевірку працездатності.[5].

Автоматизація гідравлічних систем дозволяє:

- **Підвищити продуктивність:** Автоматизовані гідравлічні системи можуть працювати швидше і точніше, ніж ручні системи.
- **Економія палива:** Автоматизовані гідравлічні системи можуть економити паливо, оптимізуючи роботу гідравлічних компонентів.
- **Зменшити навантаження на оператора:** Автоматизовані гідравлічні системи зменшують навантаження на оператора, адже не потрібно вручну керувати гідравлічними компонентами.
- **Підвищити безпеку:** Автоматизовані гідравлічні системи можуть підвищити безпеку роботи, адже зменшують ризик виникнення аварійних ситуацій.

Існує декілька способів автоматизації гідравлічних систем:

- **Використання гідравлічних сервоприводів:** Гідравлічні сервоприводи дозволяють точно керувати гідравлічними циліндрами та іншими актуаторами.
- **Застосування систем пропорційного керування:** Системи пропорційного керування дозволяють плавно регулювати швидкість і силу гідравлічних актуаторів.
- **Впровадження систем автоматичного керування гідравлічними системами:** Системи автоматичного керування гідравлічними системами можуть бути запрограмовані на виконання різних завдань.

Приклади автоматизованих гідравлічних систем:

- **Автоматизовані системи керування тракторами:** Ці системи дозволяють автоматично керувати трактором, наприклад, під час оранки або посіву.

- Автоматизовані системи керування комбайнами: Ці системи дозволяють автоматично керувати комбайном, наприклад, під час збирання врожаю.

Автоматизовані системи керування обприскувачами: Ці системи дозволяють автоматично керувати оприскувачем, наприклад, під час внесення добрив або пестицидів.[6].

Енергоефективність гідравлічних систем:

Енергоефективність гідравлічних систем – це важливий фактор, який впливає на економічність та екологічність сільськогосподарської техніки. Існує декілька способів підвищення енергоефективності гідравлічних систем:

- Використання енергоефективних гідравлічних компонентів: Енергоефективні гідравлічні компоненти мають менші втрати енергії.

- Застосування систем рекуперації енергії: Системи рекуперації енергії дозволяють повертати в систему енергію, яка зазвичай втрачається.

Оптимізація гідравлічних систем для економії енергії: Оптимізація гідравлічних систем може включати в себе зменшення розміру гідравлічних компонентів, зменшення довжини гідравлічних ліній, зниження тиску в системі.[7].

Приклади енергоефективних гідравлічних систем:

- Енергоефективні трактори: Енергоефективні трактори оснащені енергоефективними гідравлічними компонентами, системами рекуперації енергії та іншими технологіями, які дозволяють економити паливо.

- Енергоефективні комбайни: Енергоефективні комбайни оснащені енергоефективними гідравлічними системами, які дозволяють економити паливо під час збирання врожаю.

- Енергоефективні обприскувачі: Енергоефективні обприскувачі оснащені енергоефективними гідравлічними системами, які дозволяють економити паливо під час внесення добрив або пестицидів.

Підвищення енергоефективності гідравлічних систем може дати значні економічні та екологічні переваги:

- Економія коштів: Економія палива та інших енергоресурсів може призвести до значного скорочення витрат.

- Зменшення викидів CO₂: Зниження споживання енергії може призвести до значного скорочення викидів CO₂, що позитивно впливає на навколишнє середовище.

- Підвищення конкурентоспроможності: Використання енергоефективних гідравлічних систем може зробити сільськогосподарську техніку більш конкурентоспроможною на ринку.

Існують різні програми та ініціативи, які сприяють підвищенню енергоефективності гідравлічних систем:

- Програма Energy Star: Програма Energy Star, що адмініструється Агентством з охорони навколишнього середовища США (EPA), ідентифікує

енергоефективні продукти, включаючи сільськогосподарську техніку з гідравлічними системами.

- Європейська директива про екодизайн: Європейська директива про екодизайн встановлює мінімальні вимоги до енергоефективності для різних продуктів, включаючи сільськогосподарську техніку з гідравлічними системами.

- Ініціатива "Гідравліка 2020": Ініціатива "Гідравліка 2020", що підтримується Європейською асоціацією виробників гідравлічного обладнання (SETOP), має на меті збільшити енергоефективність гідравлічних систем на 20% до 2020 року.

Використання енергоефективних гідравлічних систем є важливим кроком до зменшення енергоспоживання та викидів CO₂ в сільськогосподарському секторі.

Інновації та нові технології в гідравліці:

Гідравліка постійно розвивається, і з'являються нові інновації та технології, які роблять гідравлічні системи більш е efficient, економними, точними, безпечними та зручними.

Ось деякі з нових технологій в гідравліці:

- Енергоефективні гідравлічні компоненти: Нові гідравлічні компоненти, такі як насоси, розподільники, циліндри та інші, мають менші втрати енергії, що робить гідравлічні системи більш економними.

- Системи рекуперації енергії: Ці системи дозволяють повертати в систему енергію, яка зазвичай втрачається, що робить гідравлічні системи більш е efficient.

- Системи пропорційного керування: Ці системи дозволяють плавно регулювати швидкість і силу гідравлічних актуаторів, що робить гідравлічні системи більш точними.

- Системи автоматичного керування: Ці системи можуть бути запрограмовані на виконання різних завдань, що робить гідравлічні системи більш зручними.

- Нові матеріали: Нові матеріали, такі як композитні матеріали, використовуються для виготовлення гідравлічних компонентів, що робить їх більш легкими, міцними і стійкими до корозії.

- 3D-друк: 3D-друк використовується для виготовлення складних гідравлічних компонентів, що робить їх більш доступними і економними.

Ці та інші інновації роблять гідравліку більш привабливою для різних галузей промисловості, включаючи сільське господарство.

Ось деякі з прикладів використання нових технологій в гідравліці в сільському господарстві:

- Енергоефективні трактори: Енергоефективні трактори оснащені енергоефективними гідравлічними компонентами, системами рекуперації енергії та іншими технологіями, які дозволяють економити паливо.

- **Енергоефективні комбайни:** Енергоефективні комбайни оснащені енергоефективними гідравлічними системами, які дозволяють економити паливо під час збирання врожаю.

- **Енергоефективні обприскувачі:** Енергоефективні обприскувачі оснащені енергоефективними гідравлічними системами, які дозволяють економити паливо під час внесення добрив або пестицидів.

- Системи автоматичного керування сільськогосподарською технікою:

-

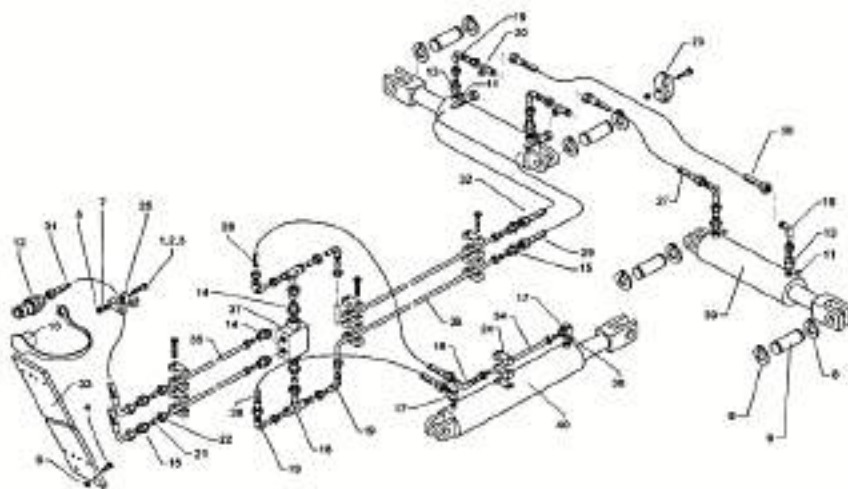


Рис 1. – Гідравлічна схема Lemken Gigant 10

Розрахунок підйомного циліндра леміша Lemken Gigant 10:

Для розрахунку підйомного циліндра секції Lemken Gigant 10 нам знадобляться наступні дані:

- Вага секції: 1200 кг
- Центр ваги секції: 0,5 м від осі циліндра
- Максимальна висота підйому секції: 0,5 м
- Сила тертя: 20% від ваги секції

1. Визначення необхідної сили тяги:

- Сила тяги = (Вага секції + Сила тертя) / ККД
- Сила тяги = (1200 кг + 240 кг) / 0,8
- Сила тяги = 1800 кг

2. Визначення необхідного діаметра циліндра:

- Діаметр циліндра = $\sqrt{4 \times \text{Сила тяги} / (\pi \times \text{Тиск})}$
- Діаметр циліндра = $\sqrt{4 \times 1800 \text{ кг} / (3,14 \times 200 \text{ бар})}$
- Діаметр циліндра = 8,9 см

3. Визначення необхідного ходу штока:

- Хід штока = 2 × Максимальна висота підйому секції
- Хід штока = 2 × 0,5 м
- Хід штока = 1 м

4. Вибір циліндра:

На основі цих розрахунків нам потрібен циліндр з наступними характеристиками:

- Діаметр: 89 мм
- Хід штока: 1000 мм
- Тиск: 200 бар

5. Перевірка на міцність:

- Міцність штока = (Сила тяги / Площа штока) × Запас міцності
- Міцність штока = $(1800 \text{ кг} / (\pi \times (89 \text{ мм}/2)^2)) \times 2$
- Міцність штока = 450 МПа

Більшість циліндрів з діаметром 89 мм мають міцність штока більше 450 МПа, тому даний циліндр буде міцним

Розрахунок потужності гідравлічного насоса для леміша Lemken Gigant 10:

Для розрахунку потужності гідравлічного насоса, необхідного для роботи з Lemken Gigant 10, нам знадобляться наступні дані:

- Підйомна сила: 1800 кг (з розрахунку вище)
- Швидкість підйому: 0,2 м/с
- ККД гідравлічної системи: 0,8

1. Визначення необхідної витрати гідравлічної рідини:

- Витрата = Підйомна сила / (Тиск × ККД)
- Витрата = $1800 \text{ кг} / (200 \text{ бар} \times 0,8)$
- Витрата = 11,25 л/хв

2. Визначення необхідної потужності:

- Потужність = Витрата × Тиск / ККД
- Потужність = $11,25 \text{ л/хв} \times 200 \text{ бар} / 0,8$
- Потужність = 35,15 кВт

Отже, для роботи з Lemken Gigant 10 вам знадобиться гідравлічний насос з потужністю не менше 35,15 кВт.

Висновки: У цій статті досліджено різноманітні аспекти використання гідравліки в сільськогосподарських машинах для обробки ґрунту. Виявлено, що гідравлічні системи демонструють значні переваги у порівнянні з механічними аналогами, забезпечуючи високу точність і ефективність процесу обробки ґрунту. Практичні приклади використання гідравліки підтверджують можливість значного підвищення продуктивності сільськогосподарських операцій та зменшення витрат ресурсів. Зокрема, використання гідравліки дозволяє швидко та ефективно адаптувати сільськогосподарські машини до різних умов роботи і рельєфу ґрунту.

Список використаної літератури

1. Петренко І. Гідравліка в сільськогосподарських машинах: сучасні тенденції та перспективи застосування. *Вісник агроінженерії*. 2019. № 15 (2). С. 67-78.
2. Ковальов О., Сидоренко В. Гідравлічні системи для обробки ґрунту: порівняльний аналіз з механічними аналогами. *Аграрна наука та техніка*. 2020. №7(4). С. 23-35.
3. Шевченко В., Полякова Н. Гідравліка в сільському господарстві: проблеми та перспективи розвитку. *Сучасні технології в агропромисловому виробництві*. (2018). № 9(1). С. 112-125.
4. Данильченко С., Грищенко І. Застосування гідравліки в сільськогосподарських машинах для підвищення продуктивності та ефективності роботи. *Журнал агротехніки та природокористування*. (2021). № 3(2). С. 45-58.
5. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ. 2019. 647с.
6. Харченко М., Литвиненко О. Ефективність гідравлічних систем в обробці ґрунту: висновки з експериментальних досліджень. *Наукові праці Національного агротехнічного університету*. 2019. № 22(4). С. 89-102.
7. Головка А., Кравченко В. Використання гідравлічних технологій у сільському господарстві: перспективи розвитку та інноваційні рішення. *Аграрний вісник*. 2018. № 14 (3). С. 56-68.

Максим ФРАНЧУК¹⁶,

Студент 3 курсу,

Інженерно-технологічного факультету,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

РОЗРОБКА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРЕС-БРИКЕТІВ

***Анотація.** Увесь світ перебуває в умовах очікування серйозної енергетичної кризи. У кожній країні світу енергетичну проблему вирішують по-своєму. Але в основі наукових пріоритетів більшості розвинутих країн є пошук шляхів використання енергоресурсів відновлювальної енергії, котра накопичена живою речовиною завдяки фотосинтезу. Особлива увага приділяється сільськогосподарським культурам, які здатні значною мірою накопичувати сонячну енергію, та біомасі відходів рослинництва, тваринництва, переробної промисловості. Головне в технології брикетування – правильно обране обладнання. та надати правильної форми.*

***Ключові слова:** подрібнювач деревини, змішувач, гідравлічний прес,*

¹⁶Науковий керівник: Швець Л.В., кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

рослинні рештки, деревина, паливні брикети

Annotation. *The whole world is in conditions of anticipation of a serious energy crisis. Every country in the world solves the energy problem in its own way. But at the basis of the scientific priorities of most developed countries is the search for ways to use energy resources of renewable energy, which is accumulated by living matter thanks to photosynthesis. Special attention is paid to agricultural crops, which are capable of accumulating solar energy to a large extent, and to the biomass of plant, livestock, and processing industry waste. The main thing in briquetting technology is the right equipment.*

Key words: *wood chipper, mixer, hydraulic press, plant residues, wood, fuel briquettes*

Вступ. Молоткові подрібнювачі деревних відходів представлені колісними і гусеничними типами машин різної продуктивності. В арсеналі компанії Morbark є техніка як компактних розмірів із зручним транспортуванням, так і крупних габаритів для подрібнення довгомірного деревного матеріалу в промислових масштабах. Використання цього устаткування актуальне як для невеликих господарств, так і для крупних організацій і промислових комбінатів. Утилізація і переробка деревних відходів з метою застосування вторинних ресурсів у виробництві нових товарів одне з найважливіших завдань сучасних підприємств. На сьогоднішній день для її вирішення є все необхідне, оскільки існуючий технологічний рівень дозволяє переробляти і багато разів використовувати практично будь – які деревні відходи. Це дозволяє заощадити за рахунок зниження витрат на транспортування і поховання сміття на полігонах, а найголовніше отримувати деревну сировину для паливної і целюлозно –паперової промисловості, виробництва ДСП плит, компосту. [1]

Рубильні машини для подрібнення деревних відходів. По принциповій конструктивній схемі всі існуючі типи рубильних машин можна підрозділити на два класи — дискові і барабанні.



Рис 1. – Подрібнювач фірми Morbark

У дискових рубильних машинах механізм різання виконане у вигляді диска, що обертається, на якому розташовані ріжучі ножі. За типом ножового диска дискові рубильні машини підрозділяються на машини з плоским і конічним диском. Робоча поверхня диска може бути профільованою (гелікоїдом) і непрофільованою. По числу ножів дискові рубильні машини підрозділяються на малоножові і багатоножові.

В малоножових машинах процес різання характеризується циклічністю (переривчастою). Багатоножові машини працюють за принципом безперервного різання — черговий ніж входить в контакт з деревиною раніше, ніж виходить із зіткнення з деревиною попередній ніж. По напрямку подачі деревини, що переробляється, дискові рубильні машини можна розділити на машини з горизонтальною і машини з похилою подачею.

В барабаних рубильних машинах механізм різання виконаний у вигляді барабана, який обертається, на ньому встановлені ріжучі ножі. Ножовий барабан може бути виконаний у вигляді циліндра або у вигляді двох співвісних встановлених усічених конусів. Барабані рубильні машини за типом подачі сировини підрозділяються на машини з примусовою подачею сировини і машини з самоподачею (гравітаційною або самозатягуючу). [2].

Виклад основного матеріалу. Будова та робота проектного подрібнювача. Проектний подрібнювач відходів деревини складається (рисунок 2) з прижимних вальців 2, які призначені для втягування деревини та подачі її до подрібнюючого барабана 3, з подрібнювача, який складається з барабана та горизонтально – розміщених на ньому ножів 8. Для покращення подрібнення впереді барабана розміщена протирізальна пластина 9.

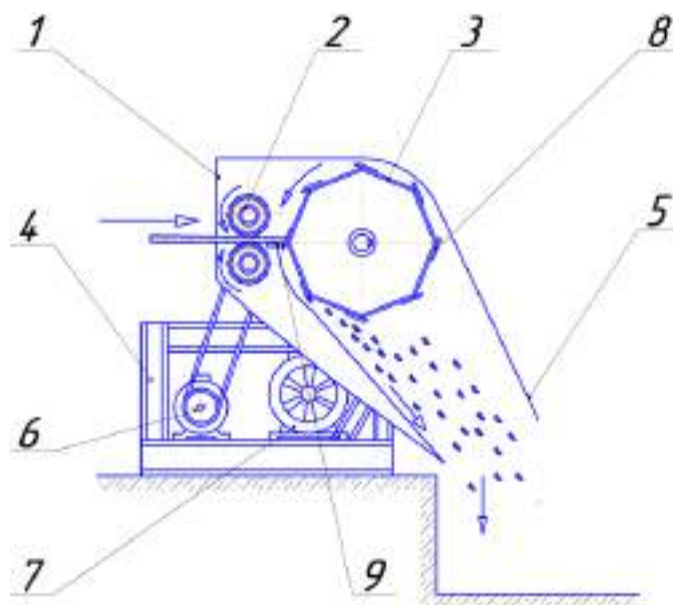


Рис 2. – Схема подрібнювача деревини: 1 – Завантажувальна горловина; 2 – подаючий бітер; 3 – подрібнюючий барабан; 4 – рама; 5 – розвантажувальна горловина; 6 – електродвигун привода бітерів; 7 – електродвигун привода подрібнюючого барабана; 8 – ніж; 9 – протирізальна пластина.

Подрібнювач змонтований на рамі 4, яка складається з двутаврів. На рамі кріпляться електродвигуни 6 і 7 привода робочих органів.

Робота подрібнювача дуже проста: відходи деревини вручну подаються в завантажувальну горловину 1 до прижимних (подаючих) бітерів, бітерами деревина захвачується і подається до подрібнюючого барабана 3, який під дією ножів 8 подрібнює відходи на дрібні частини, з камери подрібнення через розвантажувальну горловину 5 подрібнена маса викидається. Для покращення подрібнення в машині встановлена протирізальна пластина 9. [3]

Розробка змішувача подрібненої деревини. Аналіз змішувачів. В змішувачах періодичної дії, змішування проходить відповідна порція суміші, яка складається із різних компонентів.

Змішувачі періодичної дії мають переважно великий об'єм для місткості великої кількості компонентів.

Робочі органи змішувачів можуть бути різноманітні: шнекові, які переміщують компоненти із одного кінця змішувача у інший розвантажувальним органом таких змішувачів є транспортер, який вмикається після закінчення змішування компонентів; лопатеві робочі органи у вказаних змішувачів розміщені на валу, який обертається в горизонтальному положенні. Лопатеві змішувачі виготовляються двохвальні та одновальні. Лопатки розміщують в площині вісі вала або під нахилом до перпендикулярної її площини під кутом рівним 45 або 60°, розміри лопаток можуть виконуватись різними в залежності від об'єму камери змішування.

Барабанні змішувачі призначені для безперервного змішування подрібнених компонентів.

Вертикальні шнекові змішувачі призначені для приготування багатокомпонентних сумішей Він складаються із бункера, шнека та механізму привода шнека.

Бункер циліндричної форми має конічне дно, що закінчується трубою. На конічній частині шнека змонтовано вивантажувальний рукав із засувкою. Шнек змонтовано в трубі так, що вік забирає масу внизу, піднімає її вгору і вивантажує у верхній частині бункера. [4]

До показників технологічних характеристик змішувачів відносяться такі показники:

- технологічна місткість змішувача (об'єм камери змішування);
- тривалість змішування;
- якість змішування;
- продуктивність змішувача.

До конструкцій і режимів робочих органів змішувачів безперервної дії поставлені такі вимоги:

- виключення застійливих зон в корпусі змішувача;
- забезпечення швидкого розвантаження.

Будова та робота проектного змішувача. Змішувач подрібненої деревини (проектний) призначений для змішування обробленої (подрібненої) деревини із клейким матеріалом та рідиною.

Змішувач складається з циліндричного корпусу 2, змішувального вала 3 та механізму подавання рідини та клейкого матеріалу.

В завантажувальну горловину 1 подається подрібнена деревина, через

форсунки 6 подається рідина і через патрубок клейка речовина. В камері змішування проходить процес змішування компонентів. [4]

Камера змішування складається із шнекового 4 стрічкового вала (рисунок 3).

Розробка преса подрібненої деревини. Аналіз конструкцій пресів. Завдяки використанню найпередовіших технологій машини серії «Bison Speedy» відрізняються підвищеною якістю, надійністю і безпекою роботи. Для прикладу, потужні гідравлічні станції на цих машинах виконані знаними німецькими і японськими виробниками: Rexroth Bosch Group, HYDAC International, Kawasaki Precision Machinery, в електронній системі управління використовуються програматори виробництва Siemens AG, а міцні гідромехічні конструкції виготовлені з відомої на весь світ шведської сталі.

Загалом, брикетна машина «Bison Speedy» складається з власне брикетного преса, гідравлічного агрегату, бункера завантаження і шафи управління. Електрична система в брикетній машині керує гідравлічною частиною преса. Існує три електричних двигуна: перший двигун (18, 22 або 30 кВт) обертає головний гідравлічний насос, другий (1,1 кВт) - запускає малу гідравлічну помпу, третій (1,5 кВт) – вмикає шнек подачі тирси. Роботою двигунів і гідравлічних клапанів через магнітні пускачі керує мікропроцесор з модулем розширення. Він взаємодіє з напівпровідниковим підсилювачем і другим мікропроцесором, який слідкує за роботою аналогового датчика тиску. Сама ж гідравлічна система керує роботою гідравлічних циліндрів.

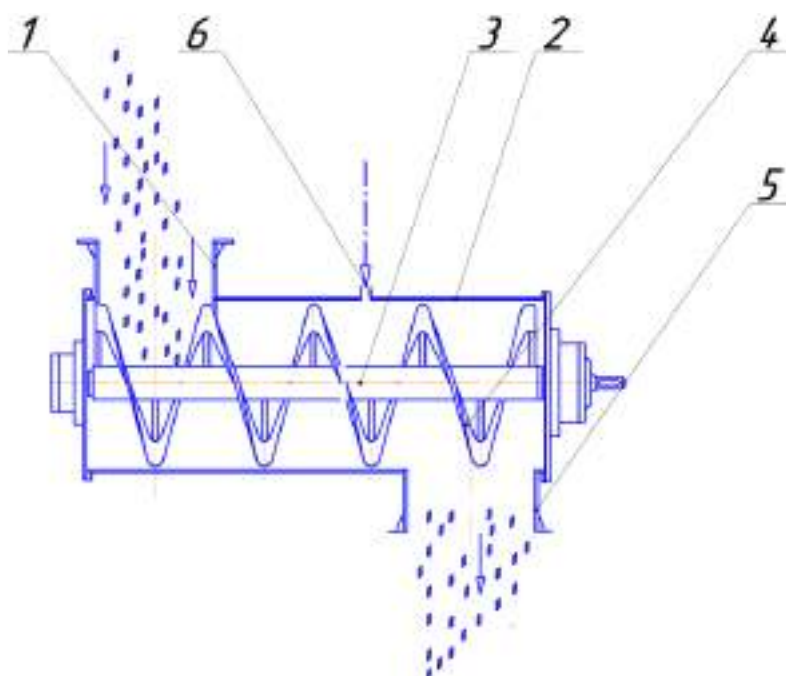


Рис 3. – Схема змішувача: 1 – Завантажувальна горловина; 2 – циліндричний корпус; 3 – вал; 4 – шнекова стрічка; 5 – розвантажувальна горловина; 6 – форсунка.

В установці розміщено три гідравлічних циліндра: перший (головний) - пресує брикети, другий (вертикальний) - служить для ущільнення сировини, третій (формуючий циліндр) - призначений для переміщення форми брикетів. В шафі управління брикетною машиною передбачені два типи управління:

ручний і автоматичний. Автоматичне управління використовується при звичайній роботі преса без участі оператора. Ручне керування призначене для налагодження преса, повернення циліндрів у вихідне положення, в разі аварії або порушення автоматичного режиму, а також - для управління пресом протягом сервісного обслуговування. Контрольні датчики на передній стінці електрошафи значно полегшують роботу оператора і повідомляють його, наприклад, про перегрівання двигунів, нестачу чи перевантаження сировини в бункері, засмічення маслостанції тощо. За допомогою програматора можна виставляти різні параметри щодо щільності брикета, його розміру, ваги, а також керувати швидкістю подачі сировини в камеру стискання.



Рис 4. – Прес подрібненої деревини ударно – механічний

Будова та робота проектного преса. Проектний гідравлічний прес складається (рисунок 4) з рами 1, на які змонтовані робочі органи: прес 4, форма 5 та гідроциліндри роботи преса.

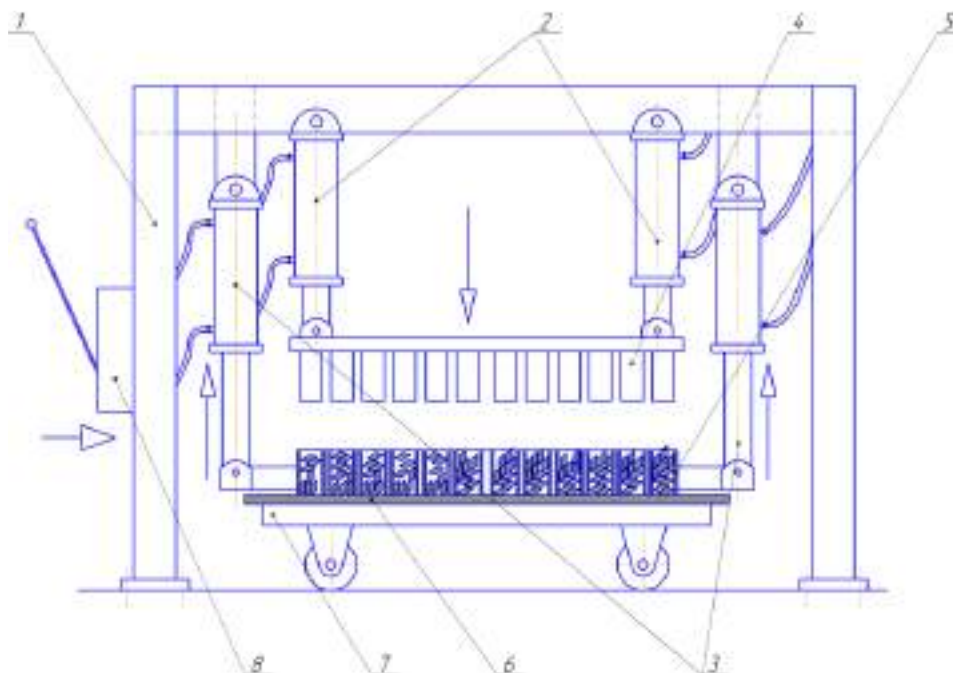


Рис 5. – Схема гідравлічного преса: 1 – Рама; 2 – гідроциліндри преса; 3 – гідроциліндри піднімання форми; 4 – прес; 5 – форма; 6 – платформа; 7 – візок; 8 – гідророзподільник.

Прес працює слідуєчим чином при завантаженні подрібнюючого матеріалу у форми 5 прес, під дією гідроциліндрів 2, піднімається до верхньої мертвої точки, після завантаження форм прес опускається гідроциліндрами 2 і проходить пресування брикетів, після пресування форма під дією гідроциліндрів 3 піднімається одночасно із пресом, таким чином брикети залишаються на платформі 6, яка встановлена на візку 7, візок після пресування переміщують до місця сушіння брикетів і замінюють платформу, потім переміщується до преса і процес повторюється. Керування гідроциліндрами проходить із гідророзподільника. [5]

Висновки: Описана існуюча технологія виготовлення пресованих брикетів.

Розроблена проектна технологія виготовлення пресованих брикетів.

Описана робота даної технології та окремо по машинам.

По результатам проведеного аналізу машин, які використовуються в технологічних лініях для приготування пресованих брикетів із деревини в проекті були розроблені три основних машини – подрібнювач деревини, змішувач та гідравлічний прес.

Впровадження технології утилізації зрізаних гілок з використанням розробленого подрібнювача деревини дасть змогу зменшити витрати праці в 1,4 рази, палива в 2,6 рази та знизити приведені експлуатаційні витрати в 1,9 рази порівняно з закордонною технологією, яка передбачає спалювання деревини, дозволить виключити забруднення навколишнього середовища і використати деревину як органічне паливо для опалення приміщень.

Список використаної літератури

1. Серєда Л. П., Труханська О.О., Швець Л.В., Шкута В.С. Wood waste processing as an alternative fuel economy. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2023. № 4(123). С.132-140.

2. Дубінський, В.В. Кулініч С.П., Чуйко В.П. Математична модель вібраційного гідравлічного привода преса для утилізації відходів деревообробних підприємств. *Промислова гідравліка і пневматика*. 2018. №.1(27). С. 81-85.

3. Серєда Л.П., Зінев М.В. Агротехнічні напрями інвестицій в садівництво направлені на отримання екологічно чистої продукції. Матеріали Кримського ПУЛу. Міжнародної науково-практичної конференції. «Розвиток трудового потенціалу в умовах інноваційної економіки». Східноукраїнський НУ ім. В. Даля. Луганськ-Євпаторія. 2013. С. 220-221.

4. Sereda L., Shvets L, Trukhanska O. Investigation of the hydraulic drive of the unit for strip tillage with simultaneous application of liquid fertilizers. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. № 4 (99). С. 196-197.

5. Швець Л.В. Технологічні передумови використання біоенергетичного потенціалу садів та земель лісгосподарського призначення. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2019. № 4 (95). С. 86-93

Ілля ТВЕРДОХЛІБ¹⁷,
студент 4 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МАЛОГАБАРИТНИХ ҐРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ

Анотація. Мета досліджень полягає у обґрунтуванні оптимальної конструкції, основних параметрів та режимів роботи малогабаритних комбінованих ґрунтообробних знарядь до мотоблоку, здатних за один технологічний прохід виконувати комплекс агротехнічних операцій.

Ключові слова: малогабаритна техніка, мотоблок, конструкція, робочі органи.

Annotation. The purpose of the research is to substantiate the optimal design, main parameters and modes of operation of small-sized combined soil tillage tools for the walk-behind tractor, capable of performing a complex of agrotechnical operations in one technological pass.

Keywords: small-sized equipment, walk-behind tractor, construction, working bodies.

Вступ. Основне призначення мотоблоку – обробіток ґрунту, для чого використовують відповідні навісні знаряддя: фрези, плоскоріз - розпушувач та ін., одним із недоліків яких є однотипне виконання польових робіт, що вимагають багаторазового проходження по полю при виконанні технологічних операцій.

За існуючих технологій обробітку сільськогосподарських культур багаторазові проходи мотоблоку призводять до переущільнення верхнього шару ґрунту. У зв'язку з цим гостро постала проблема розробки комбінованих агрегатів, які за один технологічний прохід виконують комплекс агротехнічних операцій. Це дозволить мінімізувати ущільнення ґрунту, створить сприятливі умови для вегетації рослин за рахунок кращої якості його обробітку, збереження ґрунтової вологи, знизить трудовитрати, скоротить терміни проведення польових робіт.

Таким чином, розробка навісних комбінованих робочих органів до мотоблока для передпосівного обробітку ґрунту є актуальним завданням.

Мотоблок – затребуваний агрегат, має багато функцій, що дозволяють допомогти у виконанні різноманітних завдань на дрібноконтурних ділянках. На ринку сільськогосподарської техніки представлений широкий вибір ефективних і потужних малогабаритних ґрунтообробних машин.

Метою досліджень є підвищення якості обробітку ґрунту за рахунок обґрунтуванні оптимальної конструкції, основних параметрів та режимів

¹⁷Науковий керівник: Бабин І.А. к.т.н., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

роботи малогабаритних комбінованих ґрунтообробних знарядь до мотоблоку, здатних за один технологічний прохід виконувати комплекс агротехнічних операцій

Аналіз попередніх досліджень. Аналіз сучасних, вітчизняних джерел інформації та джерел інформації зарубіжних країн дає змогу чітко визначити, що ґрунтообробні машини виробляються сьогодні у багатьох країнах світу. Серед лідерів такі країни, як США, Канада, Аргентина, Бразилія, Польща та Італія. У багатьох країн машинобудування зорієнтовано, значною мірою, на експорт продукції. Це насамперед Німеччина та Італія, які мають непропорційно великий (порівняно з обсягом орних земель) випуск ґрунтообробних машин. Переважно на експорт зорієнтовано машинобудування також у Фінляндії, Данії.

Аналізуючи теоретичні дослідження вітчизняних та зарубіжних вчених можна відзначити, що за якістю виконання технологічного процесу ґрунтообробні машини з активними робочими органами мають безліч переваг при підготовці ґрунту до посіву. Ґрунтообробні машини з активними робочими органами створюють високу якість обробітку поверхневого шару, оскільки в процесі відрізання від ґрунтового пласта невеликої стружки одночасно здійснюється переміщення верхніх шарів ґрунту з добривами та рівномірне загортання рослинних залишків [1].

Результати аналізів сучасного етапу розвитку техніки та технологій показують, що механічний спосіб обробітку ґрунту з використанням ґрунтообробних машин з активними робочими органами є найбільш затребуваним. Тому дослідники продовжують пошук нових шляхів удосконалення ґрунтообробних знарядь.

Доведено, що ґрунтообробні машини з активними робочими органами можуть за один технологічний прохід агрегату забезпечувати основну та передпосадкову підготовку ґрунту, створювати оптимальне складання верхнього шару з утворенням мульчі для збереження вологи, тим самим дозволяючи знизити у палива на 17–22,5%.

Активні робочі органи також забезпечують зниження щільності верхнього шару ґрунту, що позитивно впливає на врожайність культур.

Відомо, що якість та енергоємність обробітку ґрунту також залежить і від напрямку обертання (прямий, зворотний), конструктивних, технологічних та кінематичних параметрів активних робочих органів [2].

Виклад основного матеріалу. Усі мотоблоки можна поділити на кілька різновидів.

- Мотоблоки з бензиновим двигуном характеризуються високою потужністю та високою продуктивністю. Основною перевагою моделі являється простота в управлінні, мала вага, екологічність - в ході експлуатації виділяється невелика кількість вихлопних газів, моделі не такі галасливі, як дизельні. З цих причин бензинові агрегати є найбільш популярними.

- Мотоблоки з дизельним двигуном мають підвищену стійкість, потужність і прохідність. Такі варіанти ідеально підходять для експлуатації великих земельних ділянках.

- Мотоблоки з валом відбору потужності – є універсальним, оскільки може застосовуватися для різних цілей. Такі агрегати працюють за допомогою одноциліндрових чотиритактних двигунів або за допомогою механізмів ВВП, адже саме через шлицевий вал можна застосовувати різні насадки, тоді як звичайні мотоблоки роблять передачу крутного моменту на навішення виключно за допомогою ремінної передачі.

Варто звернути увагу на переваги та недоліки використання мотоблоків.

1. В даний час мотоблок досить часто купується для обробки ґрунту, при цьому плуг і трактор відходять на другий план. Однією з переваг застосування малогабаритної ґрунтообробної машини є невелика вага агрегату (не більше 100 кг), у той час як вага трактора з плугом становить кілька тонн, що призводить до більшого ущільнення ґрунту.

2. Продуктивність під час використання мотоблока значно вище, ніж під час виконання тих самих операцій вручну.

3. Широкий асортимент навісного обладнання до мотоблоку дозволяє бути багатофункціональним агрегатом.

4. Мотоблоки українського виробництва дешевші, ніж європейські чи китайські аналоги.

Основним недоліком малогабаритних ґрунтообробних машин є менша продуктивність порівняно з тракторами.

Легкі мотоблоки призначені для робіт у невеликих особистих підсобних господарствах площею до 15 соток – для розпушування та культивування легкого ґрунту. На виконання важких робіт з плугом на твердому ґрунті вони не здатні через малу потужність двигуна (до 5 к.с.), що призводить до його швидкого перегріву. Сегмент представлений пристроями масою до 70 кг, що оснащені бензиновими двигунами.

Переваги: достатній вибір моделей за глибиною культивування, ширина обробки становить від 60 до 90 см, наявність задньої передачі, компактні розміри, тиха робота двигуна, невисока вібрація.

Основними недоліками цієї групи мотоблоків є підвищена витрата палива, швидке зношування ремінного зчеплення непридатність на великих площах.

Середні мотоблоки – вага такої техніки досягає 100 кг, а потужність – 7 л. с., що дозволяє обробляти великі ділянки площею до 60 соток. Найчастіше вони оснащені багатоступінчастою трансмісією та заднім ходом. Глибина обробки ґрунту становить до 20 см, ширина захвату – 90 см.

Оснащення валом відбору потужності дозволяє середнім моделям мотоблоків використовувати навісне обладнання. У цій лінійці мотоблоків з'являються дизельні моделі [2].

До основних переваг цієї групи можна віднести прийнятну вартість обладнання, встановлення двигунів в діапазоні 5-7 к.с., легкий ремонт ланцюгових редукторів, наявність великої кількості передач, містких паливних баків, поєднання з різноманітними насадками дозволяє їм бути функціональнішими, рухливішими і маневренішими.

Недоліки: погана шумоізоляція; пробуксовує на цілині.

Важкі мотоблоки - пристрої вагою від 100 кг і потужністю двигуна - від 7 до 30 к.с., призначені для роботи на твердому ґрунті або розробці цілини. Глибина обробки ґрунту становить до 30 см, ширина захвату – 100 см. Активно використовуються для транспортування врожаю та інших вантажів у причепі. Випускаються дизельні версії. Часто застосовуються у комерційному використанні (роботі за наймом, вирощуванні культур в особливо великих обсягах) [3, 4].

Позитивні якості цієї групи мотоблоків: підходить для обробки цілини; легко транспортує важкі вантажі; деякі моделі мають прикріплене сидіння; наявність об'ємного паливного бака; розвиває швидкість пересування до 18 км/год; має потужний дизельний двигун; заводиться від електростартеру.

До недоліків слід віднести погану шумоізоляцію, дорогий ремонт, високу вартість агрегату, важку вагу, через що потрібно докладати додаткових зусиль при роботі [5].

Основними завданнями обробки ґрунту є:

- надання орному та посівному шару ґрунту найкращої будови, у тому числі внаслідок його агрофізичних властивостей;
- підтримання сприятливих водного, повітряного та теплового режимів ґрунтів;
- регулювання живильного режиму для рослин як цільовим розміщенням добрив у ґрунті, так і регулюванням інтенсивності мікробіологічних процесів;
- знищення шкідливих організмів та зниження в орному шарі їх великої кількості до безпечного порога шкідливості;
- закладення в ґрунт на оптимальну глибину дернини трав, рослинних залишків, добрив, меліорантів та інших агрономічно цінних матеріалів;
- запобігання розвитку та проявам ерозійних процесів у ґрунті;
- створення умов для збільшення потужності та окультуреності орного шару ґрунту;
- створення форм мікрорельєфу, що забезпечує високоякісне проведення всіх польових робіт від посіву до закінчення збирання культури в оптимальні агротехнічні терміни.

Також критерієм при виборі мотоблока є площа поверхні, що обробляється. Залежно від розміру ділянки, що обробляється, підбирається мотоблок з необхідною потужністю двигуна, (табл.1) [6, 7].

Механічний обробіток ґрунту – найважливіший елемент системи агротехнічних заходів для вирощування сільськогосподарських культур, які створюють сприятливі умови для зростання та розвитку культурних рослин.

Для обробки присадибних ділянок, теплиць та грядок використовують мотоблоки, здатні обробляти ґрунт у тісних умовах.

Навісні знаряддя на мотоблоки для обробки ґрунту в даний час використовують плуг, борону, підгортач, фрезу і прикочуючі котки.

Таблиця 1

Класифікація мотоблоків залежно від площі оброблюваної ділянки та потужності двигуна.

Площа ділянки, 100 м ²	Потужність двигуна агрегату, к.с.	Глибина обробки см	Ширина захвату, см	Вага агрегату, кг	Клас мотоблоку
До 15	3,5 - 4,0	До 20	60-90	До 70	легкий
30 - 60	4,0 - 7,0		90	70 - 100	середний
60 – 400	7,0 – 30,0	До 30	100	Понад 100	важкий

Аналізуючи дослідження вітчизняних та зарубіжних вчених можна відзначити, що за якістю виконання технологічного процесу ґрунтообробні машини з активними робочими органами мають безліч переваг при підготовці ґрунту до посіву. Ґрунтообробні машини з активними робочими органами забезпечують високу якість обробітку поверхневого шару, оскільки в процесі відрізання від ґрунтового пласта невеликої частки здійснюється перемішування верхніх шарів ґрунту з добривами та подрібнення й рівномірне загортання рослинних залишків.

Технологічна схема роботи агрегату наведено на рисунку 1.

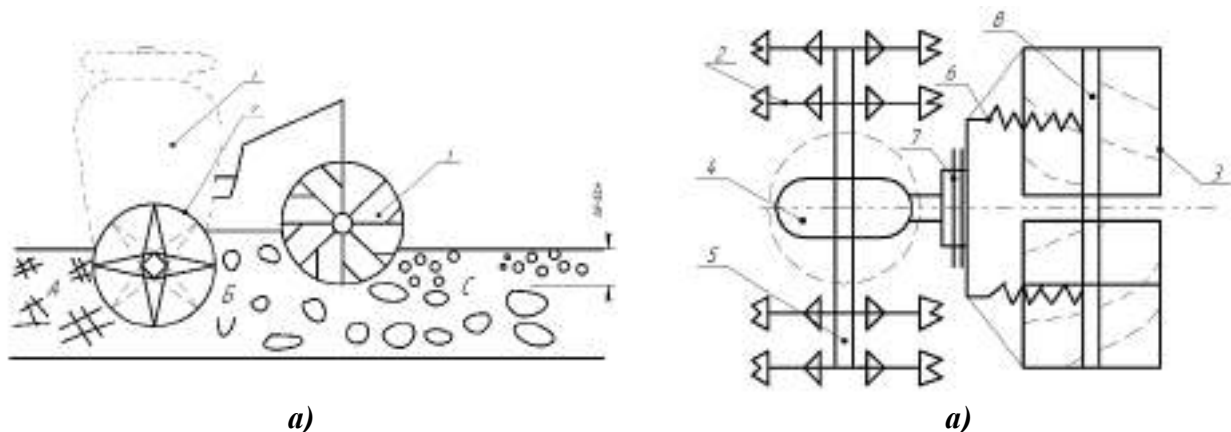


Рисунок 1 – Технологічна схема роботи комбінованого агрегату:
а - загальний вигляд; б – вид зверху на робочі органи. А – зона до обробітку;
Б – зона обробітку фрезою; С – зона після остаточного обробітку ґрунту котком;
1-мотоблок; 2 – сегментна фреза; 3 – коток подрібнювач-уцілювач;
4 – редуктор мотоблока; 5 – вал фрези; 6 – пружини для регулювання уцілювання ґрунту; 7 – причинний пристрій котка; 8 – ротор катка.

Основними завданнями досліджень є порівняльна оцінка якості функціонування розроблених вирівнювачів – подрібнювачів (активного планчато-спірального, активного голчастого, активного спірального, пасивного голчастого котків), стандартної шаблеподібної та розробленої сегментної фрез та оцінка робіт технологічної схеми малогабаритного ґрунтообробного агрегату [8].

Вивчивши конструкції, переваги та недоліки існуючих знарядь для мотоблоку виникла ідея створення комбінованої ґрунтообробного агрегату, яка

виконує роль розпушувача, подрібнювача та вирівнювача ґрунту, оскільки існуючі – вимагають багаторазового проходу агрегатів на одній і тій же ділянці для підготовки ґрунту до посіву насіння. Це дозволить мінімізувати ущільнення ґрунту, знизить витрати пального та трудовитрати, скоротить терміни проведення польових робіт.

Висновки. Проведені літературний огляд та патентні дослідження показали, що одним із перспективних напрямів удосконалення малогабаритної сільськогосподарської техніки для рослинництва є розробка комбінованих агрегатів, які за технологічний прохід виконують комплекс агротехнічних операцій. Найбільш перспективним є їх використання при суміщенні операцій передпосівного обробітку ґрунту на малоконтурних ділянках.

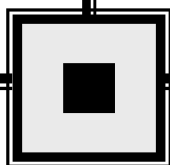
При всьому різноманітті науково-дослідних робіт, присвячених вивченню ґрунтообробних фрез з активними робочими органами, недостатніми є дослідження, пов'язані з впровадженням малогабаритних комбінованих ґрунтообробних агрегатів, тому ми пропонуємо створити малогабаритний ґрунтообробний агрегат, який за один прохід виконуватиме кілька технологічних операцій, таких як розпушування, подрібнення, вирівнювання та коткування ґрунту.

Список використаної літератури

1. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини: підручник. Київ: Каравела. 2015. 552 с.
2. Сільськогосподарські і меліоративні машини: навч. посіб. / Кошук О.Б., Лузан П.Г., Мося І.А., Герлянд Т.М., Романов Л.А. Київ: ІПТО НАПН України. 2015. 291 с.
3. Яропуд В.М., Твердохліб І.В., Спірін А.В. Машини та обладнання і їх використання в рослинництві: навч. посіб. Вінниця: ТОВ «Друк плюс». 2020. 308 с.
4. Technological support for crop production: навч. посіб. для студентів ВНЗ. *Національний університет біоресурсів і природокористування України*. Київ: Прінтеко. 2019. 636 р.
5. Машини та обладнання в сільськогосподарській меліорації: підручник / Калетнік Г.М., Чаусов М.Г., Бондар М.М. та ін. Київ: Хай-Тек Прес, 2011. 488 с
6. Сільськогосподарські та меліоративні машини: підручник за ред. Д.Г. Войтюка. Київ: Вища школа. 2015. 544 с.
7. Навісне обладнання до мотоблоків. *Агромеханіка*. <https://am.ua/uk/oborudovanie-k-motoblokam/> (дата звернення 27.03.2024).
8. Лозовіцький П.С. Основи землеробства та рослинництва. Книга 1. Землеробство: посібник для вищих навчальних закладів. Київ: 2010. 268 с.

НАПРЯМ
5

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РІШЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА.



Ангеліна МАТЕСНКО¹,
Студентка 1-го курсу,
Факультету ветеринарної медицини,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

МЕТОДИ ЛІКУВАННЯ ОНКОЛОГІЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ У ТВАРИН

Анотація. У статті висвітлюється теорії щодо виникнення пухлин, які саме бувають пухлини у тварин та їх вплив на живий організм. Також ми розберемо методи які використовують для постановки діагнозу, а саме збір анамнезу, огляд, клінічний та біохімічний аналізи крові, УЗД, рентгенологічні дослідження та інші. Охарактеризуємо сучасні методи лікування новоутворень, такі як хірургічний, хіміотерапевтичний, імунотерапія та променева терапія. Визначимо їх роль та дієвість. Дана стаття сприяє поглибленому розумінню розвитку та шкоди онкологічних захворювань у тварин та методи боротьби з даним недугом.

Ключові слова: методи, онкологічні захворювання, новоутворення, пухлина

Annotation. The article highlights the theories regarding the occurrence of tumors, what are the tumors in animals and their impact on the living organism. We will also analyze the methods used to make a diagnosis, namely, taking an anamnesis, examination, clinical and biochemical blood tests, ultrasound, X-ray studies and others. We describe modern methods of treatment of neoplasms, such as surgical, chemotherapy, immunotherapy and radiation therapy. Let's define their role and effectiveness. This article contributes to an in-depth understanding of the development and damage of oncological diseases in animals and methods of combating this disease.

¹Науковий керівник: доцент кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ Колечко А.В.

Key words: *methods, oncological diseases, neoplasm, tumor*

Вступ. Великий прогрес у сфері медицини необхідний не тільки для людей, але й для тварин. Разом з поширенням онкологічних захворювань у домашніх тварин, виникає потреба в розвитку та вдосконаленні методів лікування. Онкозахворювання у тварин можуть мати серйозні наслідки та позначитися на якості їхнього життя. Зі швидким розвитком наукових досліджень і технологій, стає все більше можливим застосування інноваційних методів лікування онкології у тварин. В даній статті ми розглянемо деякі із таких методів, які допомагають покращити прогноз для тварин та забезпечити їм кращу якість життя під час боротьби з онкологією. Мета дослідження методів лікування онкологічних захворювань у тварин полягає в розумінні ефективності та безпечності різних лікувальних підходів з метою покращення результатів та якості життя тварин.

На жаль, онкологія у тварин – поширене явище. Як і у випадку з людьми, причиною їхнього розвитку стає генетичний збій: природний процес самознищення клітин зупиняється і вони неконтрольовано множаться. При цьому доброякісні пухлини діагностуються частіше, ніж злоякісні але в обох випадках потрібна операція по видаленню новоутворення. Також їх виникненню впливає невідповідні умови утримання.

Оскільки пухлини можуть розвинути з будь-якої тканини, є багато типів пухлин, що виникають у різних частинах організму.

Лімфома (лімфосаркома) – найбільш поширений тип пухлини у собак, симптоми варіюються в залежності від того, які органи порушені хворобою (збільшення лімфатичних вузлів, знижений апетит, млявість, блювання, діарея, біль у животі, утруднене дихання та ін.);

Гемангіосаркома – пухлина, яка розвивається з клітин, що вистилають кровоносні судини. Ця пухлина, як правило, вражає середньовікових та старих собак будь-якої породи. Така пухлина розвивається повільно і протягом тривалого часу не завдає болю тварині. Дуже часто хвороба протікає безсимптомно до пізньої стадії, коли розвивається внутрішня кровотеча через розрив пухлини;

Остеогенна саркома – найпоширеніший тип кісткової пухлини у собак. Найчастіше уражаються довгі кістки (передні та задні кінцівки) собаки, але остеосаркома може з'явитися у будь-якій кістці, включаючи череп чи ребра;

Мастоцитома – пухлина з опасистих клітин (клітини імунної системи, поширені по всьому тілу і відіграють важливу роль в алергічних реакціях);

Меланома – пухлина, що складається з пігментованих або темних клітин шкіри, які можуть бути знайдені будь-де в організмі тварини;

Плоскоклітинний рак – може розвинути на шкірі та у роті тварини;

Рак молочної залози – найпоширеніші пухлини у нестерилізованих вихованців. Вони можуть вразити будь-яку молочну залозу;

Рак параанальних залоз – приблизно 50% пухлин параанальних залоз діагностуються ветеринаром під час звичайного ректального огляду (частина

повного огляду) та не дають клінічних ознак. Крім цього, вони можуть бути діагностовані, якщо у вашого вихованця підвищений рівень кальцію в крові;

Перехідноклітинний рак – найпоширеніша пухлина сечовидільної системи (сечовий міхур та уретра) у тварин;

Саркома м'яких тканин – ці пухлини складаються із сполучної тканини та розташовані або в шкірі, або в тканинах під шкірою. Власники часто знаходять ці пухлини, коли пестять або доглядають тварин.

Виклад основного матеріалу. Знання про симптоми та розташування пухлин при онкології ви можете врятувати життя своєму домашньому улюбленцю .

Для визначення стадії і типу новоутворення тварини з онкологією повинні пройти необхідні діагностичні обстеження: УЗД, рентгенограма, дослідження тканин і клітин, аналізи крові.

Після відбувається постановка діагнозу за загальноприйнятою клінічною схемою (анамнез, огляд, пальпація). При огляді тварини ветеринари звертають увагу на загальний стан, вік, наявність супутніх захворювань, а також такі важливі фактори клінічної картини онкопатології, як зовнішній вигляд пухлини, її розміри і форма.

Пальпацією визначали консистенцію пухлини, її обсяг, характер поверхні, межі пухлини та її зв'язок з оточуючими тканинами.

Лікування онкологічних захворювань у тварин може включати різноманітні методи, які обираються залежно від типу раку, стадії захворювання, загального стану тварини та інших факторів. Найпоширеніші методи лікування онкологічних захворювань у тварин:

1. Хірургічне втручання: Хірургічне видалення пухлин є одним з основних методів лікування раку у тварин. Цей метод може бути ефективним для локалізованих пухлин або пухлин, які не розповсюдились на інші органи.

2. Хіміотерапія: Хіміотерапія використовується для знищення ракових клітин або зменшення розміру пухлин за допомогою медикаментів, які вбивають або пригнічують поділ клітин.

3. Випромінювання (радіотерапія): Випромінювання використовується для лікування пухлин шляхом впливу на них іонізуючим випромінюванням, що завдає шкоди раковим клітинам та допомагає знищити їх.

4. Імунотерапія: Цей метод використовує імунну систему тварини для боротьби з раком. Включає в себе використання препаратів або вакцин, що стимулюють імунну відповідь організму на пухлину.

5. Таргетна терапія: Цей підхід використовує препарати, спрямовані на конкретні молекулярні або генетичні аспекти ракових клітин, які дозволяють більш точно впливати на пухлину з мінімальними побічними ефектами.

6. Паліативна терапія: У випадках, коли ракове захворювання вже знаходиться у пізній стадії і лікування не може вилікувати тварину, паліативна терапія спрямована на полегшення болю та покращення якості життя тварини.

Комбінація цих методів або їх поєднання з іншими методами може бути ефективним підходом до лікування онкологічних захворювань у тварин.

Важливо обговорити з ветеринарним лікарем всі можливі варіанти лікування та вибрати найбільш підходящий для конкретної ситуації. Методи використовуються для діагностики онкології не тільки у великих, а й у дрібних тварин. Також в діагностиці новоутворень у тварин ветеринари успішно застосовують комп'ютерну томографію. Вона дозволяє безпомилково визначити локалізацію і параметри всіх пухлин і уражених тканин.

Для тварин при онкології важливо проведення хірургічного втручання на ранніх стадіях: до того, як метастази досягнуть внутрішніх органів. Ветеринари застосовують різні методи лікування новоутворень: оперативні втручання (хірургічне лікування), хіміотерапія.

Вибір методики залежить від типу, локалізації і стадії пухлинного процесу.

З хіміотерапевтичних препаратів у лікуванні пухлин шкіри широко зарекомендував себе препарат Дакарбазин, який застосовується для лікування злоякісної меланоми.

При хірургічному лікуванні доброякісних пухлин рекомендується проведення місцевої ексцизії – видалення пухлини в її безпосередніх межах, або включаючи мінімум тканини, що примикають до неї.

Профілактичну хірургію застосовують при низці онкологічних захворювань. Так, наприклад, видалення передпухлинних порушень при ризику дермального розвитку плоскоклітинна карцинома часто успішно обмежує розвиток онкологічного захворювання.

Ефективність сучасних підходів до лікування пухлинних захворювань у медичній практиці є досить високою на ранніх стадіях пухлинного процесу. Успіхи ветеринарії у сфері лікування онкологічних захворювань значно нижчі, ніж у медицині. Це зумовлено наявністю низки факторів: занедбаність пухлинного процесу внаслідок несвоєчасного звернення до ветеринарного фахівця, відсутність планової диспансеризації у тварин; складності з постановкою точного діагнозу внаслідок недостатньої оснащеності ветеринарних лабораторій відсутність спеціалізованих онкодиспансерів, оснащених сучасним обладнанням для діагностики та лікування тварин та інше.

Паліативний догляд у ветеринарній медицині ставить своєю метою зробити життя тварини максимально комфортним та блискучим навіть у складних умовах, коли лікування не може бути куративним.

Паліативний догляд у випадку онкологічних захворювань у тварин має на меті полегшити симптоми та покращити якість життя тварини, особливо в тих випадках, коли лікування не можевилікувати хворобу або коли вона знаходиться у пізній стадії. Ось деякі аспекти паліативного догляду у ветеринарній онкології:

1. Контроль болю. Одним з основних аспектів паліативного догляду є контроль болю у тварини. Використання анальгетиків та інших методів для полегшення болю може значно поліпшити комфорт та якість життя тварини.

2. Управління симптомами. Паліативний догляд може включати управління іншими симптомами, такими як нудота, блювота, втрата апетиту, слабкість, запаморочення тощо, щоб полегшити страждання тварини.

3. Підтримка харчування та гідратації. Важливо забезпечити правильне харчування та гідратацію тварини, особливо в тих випадках, коли вона має проблеми з апетитом або засмучена.

4. Психологічна підтримка. Як і в людей, діагноз онкологічного захворювання може викликати стрес та емоційну тривогу у тварини. Психологічна підтримка та увага з боку власників та ветеринарних фахівців може допомогти знизити рівень стресу та покращити психічний стан тварини.

5. Комфортне середовище. Створення комфортного та спокійного середовища для тварини також є важливим аспектом паліативного догляду. Це може включати забезпечення м'якого ліжка, тепла, тихої обстановки та достатньої кількості уваги та ласки від власників.

6. Підтримка власників. Ветеринарні фахівці можуть також надавати підтримку та консультування власникам тварин з онкологічними захворюваннями, допомагаючи їм зрозуміти стан своєї тварини та приймати найкращі рішення щодо її догляду та лікування.

Імуноterapia та таргетна терапия є двома сучасними методами лікування онкологічних захворювань у тварин, які спрямовані на точніше та ефективніше впливання на ракові клітини, мінімізацію побічних ефектів та покращення результатів лікування. Основні аспекти цих методів:

1. Імуноterapia. Стимуляція імунної відповіді: Імуноterapia спрямована на стимуляцію власної імунної системи тварини для боротьби з раковими клітинами. Це може бути досягнуто за допомогою імуномодуляторів, вакцин або імунотерапевтичних препаратів.

Антитуморальні властивості. Деякі препарати імуноterapiї можуть напряду взаємодіяти з раковими клітинами, сприяючи їх знищенню або пригніченню.

Побічні ефекти: Імуноterapia може мати побічні ефекти, такі як алергічні реакції або імунодепресія, які потребують уважного моніторингу та управління.

2. Таргетна терапия. Специфічне впливання на пухлину: Таргетна терапия використовує препарати, які мають специфічну афінність до молекулярних або генетичних маркерів, характерних для пухлини.

Мінімізація побічних ефектів: Оскільки таргетні препарати напряду впливають на ракові клітини, вони можуть мінімізувати побічні ефекти, що сприяє покращенню терапевтичного відгуку та зменшенню токсичності лікування.

Можливість комбінування з іншими методами: Таргетна терапия може бути успішно поєднана з іншими методами лікування, такими як хіміотерапія або випромінювання, для покращення результатів.

Важливо знати, що за статистикою смерть більше половини всіх собак та кішок старше 10 років обумовлена раком. Тому не нехуйте часом якщо помічаєте зазначені вище симптоми.

Сучасні дослідження онкологічних захворювань у тварин відкривають нові горизонти у розумінні етіології та патогенезу пухлин. Різноманітність пухлин, їх вплив на організм тварин та складність лікування вимагають індивідуального підходу та використання комплексу діагностичних методів. Збір анамнезу, огляд, лабораторні та інструментальні дослідження є ключовими для точної діагностики. Сучасні методи лікування, такі як хірургія, хіміотерапія, імунотерапія та променева терапія, відіграють важливу роль у боротьбі з онкологічними захворюваннями, пропонуючи шанс на одужання або поліпшення якості життя тварин. Ця стаття сприяє кращому розумінню викликів, пов'язаних з онкологічними захворюваннями у тварин, та підкреслює необхідність подальших досліджень для розробки ефективніших методів лікування та профілактики.

Висновки. Загальною метою використання різних методів лікування онкологічних захворювань є забезпечення найкращого результату для тварини, враховуючи особливості перебігу та стану. Важливо, щоб власники та ветеринарні лікарі спільно обговорювали можливості лікування та приймали рішення на основі індивідуальних потреб і можливостей кожної конкретної тварини.

Хірургічне видалення пухлин залишається одним із основних методів лікування локалізованих форм раку у тварин, особливо в тих випадках, коли пухлина не розповсюдилася на інші органи.

Хіміотерапія та випромінювання. Ці методи можуть бути ефективними для контролю або знищення ракових клітин у тварин, але можуть мати побічні ефекти та потребувати пильного моніторингу.

Імунотерапія та таргетна терапія. Ці сучасні методи лікування можуть виявитися ефективними для певних типів раку у тварин та дозволяють більш точно націлювати лікування.

Комбінований підхід. Комбінація різних методів лікування може бути найбільш ефективним підходом до боротьби з онкологічними захворюваннями у тварин, дозволяючи поєднувати переваги кожного методу та зменшувати недоліки.

Індивідуальний підхід. Врахування індивідуальних особливостей та стану тварини є ключовим для вибору оптимального методу лікування та мінімізації побічних ефектів.

Паліативна догляд. У випадках, коли лікування не можевилікувати тварину, паліативна терапія спрямована на полегшення болю та покращення якості життя тварини.

Список використаної літератури

1. Мисак А. Р. Застосування клінічної класифікації пухлин за системою TNM при спонтанних новоутвореннях у собак. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2010. т.12. №. 3-1. С. 170-176.

2. Мисак А. Р. Проблема неоплазій у продуктивних і дрібних домашніх тварин. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2012. т. 14. №. 2-1. С. 250-255.

3. Івашків Б., Мисак А. Поширення та нозологічна структура пухлин шкіри у собак залежно від породи, статі та віку. Conference "Modern methods of diagnostic, treatment and prevention in veterinary medicine & quot. Dec. 2018. pp. 66-67.

4. Михайленко Н.І., Войцехович Д.В. Органна локалізація пухлин у дрібних тварин різних видів. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2017. т 19 № 77. С 162-165.

5. Самойлюк В. В., Білий Д. Д., Шевченко Є. Є. Особливості лікування новоутворень молочних залоз із ознаками вираженого запалення у собак. *Науково-технічний бюлетень науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*. 2014. №. 2. С. 26-32.

6. Шестяєв А.М., Потоцький М.К., Шувалова Н.І. Патоморфологічна характеристика злоякісних пухлин собак. *Ветеринарна медицина України*. 2003. №2. С.27-28

Каріна СКРИНСЬКА²,
Студентка 1-го року,
Факультет ветеринарної медицини,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

УМОВИ УТРИМАННЯ ДОМАШНІХ ТА СВІЙСЬКИХ ТВАРИН ТА ЇХ ЕКОЛОГІЧНА ЕТИКА

***Анотація.** Умови утримання домашніх та свійських тварин та їх екологічна етика становлять актуальну проблему сучасного суспільства. Ця стаття аналізує різноманітні аспекти утримання тварин, зокрема умови їх життя, дотримання та захист їхніх прав. Розглянуто ключові аспекти, такі як умови утримання та гігієна тварин, доступ до води та їжі, медичний догляд та захист від стресу та хвороб. Дослідження показує, що дотримання принципів екологічної етики в утриманні тварин є ключовим елементом сталого розвитку та забезпечення добробуту тварин. Відповідальне ставлення до утримання тварин сприяє збереженню природних ресурсів та покращенню якості їхнього життя, що є важливим для досягнення гармонії між людиною, тваринами та природою.*

***Ключові слова:** умови утримання тварин, екологічна етика, добробут тварин, сталий розвиток, біорізноманіття.*

²Науковий керівник: доцент кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ Колечко А.В.

Annotation. *The conditions of keeping pets and domestic animals and their environmental ethics are an urgent problem of modern society. This article analyzes various aspects of keeping animals, including their living conditions, the observance and protection of their rights. Key aspects such as animal housing and hygiene, access to water and food, medical care and protection from stress and disease are covered. The study shows that compliance with the principles of environmental ethics in animal husbandry is a key element of sustainable development and ensuring animal welfare. A responsible attitude to the maintenance of animals contributes to the preservation of natural resources and the improvement of their quality of life, which is important for achieving harmony between people, animals and nature.*

Key words: *animal keeping conditions, environmental ethics, animal welfare, sustainable development, biodiversity.*

Вступ. Ви можливо вже чули про такий термін як екологія чи етика але що вони означають разом: екологічна етика – це відношення до природи, яке базується на моральних принципах та цінностях. Вона закликає нас розуміти, що ми несемо відповідальність за дії, які впливають на навколишнє середовище і живі організми. Це наука яка вивчає та вказує нам, як потрібно поводитися з природою, зберігати ресурси, уникати шкідливих впливів і створювати стале співіснування з усіма живими істотами на планеті.

Гуманне ставлення до тварин є обов'язковим адже вони нас здатні прогодувати, та сама корова яка все життя працює на людину, чому ж не надати їй хороші умови для проживання. За часту проблема в людському зухвальстві, або їм не вигідно вкладати великі кошти тому вони діють за схемою: «менше витрат більше доходу», така банальна людська зухвалість, ми зобов'язані піклуватися про свійських та домашніх тварин, ми повинні дотримуватися екологічної етики.

Одним з головним вмінь для ветеринара є вміння спілкуватись з господарем тварини тому потрібно вчитись психологічним навичкам для нормального контактування з власником та твариною багато хто думає що твердження що тварини не вміють говорити є вірним хоча на практиці це не так тварини вміють висловлювати свої емоції та говорити особливо коли їм щось не подобається. Не без відомий Касирський І. А. Відмічав у своїй книзі що помилки - це неминучі й сумні витрати лікарської діяльності. Єдине оптимальне в них те, що вони допомагають у майбутньому уникнути помилок. Виявлені, визнані, вони навчають, як не помилитися.

Пирогов М. І. неодноразово повторював, що кожна добросовісна людина повинна мати свого роду внутрішню потребу якомога швидше оприлюднити свої помилки, щоб застерегти від них інших, менш досвідчених. Разом з тим, ветеринарні лікарі знають, що відчують власники тварин і як сильно вони хвилюються за своїх улюбленців, яких привели до лікаря на огляд. Лікарі ветеринарної медицини роблять все, що в їхніх силах, щоб заспокоїти власників тварин і допомогти пацієнту. Ветеринарні лікарі співчують і співпереживають разом з власниками тварин і трагічні випадки не забуваються

ними ніколи, це велика психологічна травма. Ветеринарні лікарі пам'ятають своїх пацієнтів і з радістю б зустрічалися з ними тільки з приємних приводів, наприклад під час чергової вакцинації.

Виклад основного матеріалу. Умови утримання тварин в домашніх умовах та на фермах мають значний вплив на їхнє добробут та на навколишнє середовище. Ця стаття розглядає ключові аспекти екологічної етики в утриманні домашніх та свійських тварин.

Для забезпечення добробуту та здоров'я тварин необхідно створити оптимальні умови утримання. Це включає в себе:

1. Житлові умови. Забезпечення відповідного простору для життя та відпочинку тварин, а також забезпечення захисту від погодних умов та небезпек.

2. Доступ до їжі та води. Регулярне та належне годування тварин забезпечує необхідні поживні речовини для здоров'я та енергії.

3. Медичний догляд. Регулярні медичні огляди та ветеринарний догляд допомагають вчасно виявляти та лікувати захворювання та травми.

4. Управління відходами. Відповідне утилізація відходів та добре організована система видалення відходів допомагають уникнути забруднення довкілля.

Екологічна етика утримання домашніх та свійських тварин включає в себе низку принципів та підходів, спрямованих на забезпечення добробуту тварин та мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище. Ось деякі ключові аспекти екологічної етики утримання тварин:

1. Достатність простору. Забезпечення достатнього простору для тварин для забезпечення комфортних умов життя та відповідного руху.

2. Живлення та водопостачання. Гарантування належного харчування та доступу до свіжої води для всіх тварин, враховуючи їхні фізіологічні потреби.

3. Медичний догляд. Регулярні медичні огляди та ветеринарний догляд для виявлення та лікування захворювань та травм.

4. Управління відходами. Правильне утилізація відходів, таких як гноївка та відходи від годування, для мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище.

5. Стимулювання натуральних поведінкових вимог. Створення умов, які дозволяють тваринам виявляти природність своєї поведінки, такі як можливість греблю для котів або доступ до землі для курей.

6. Мінімізація стресу. Уникнення ситуацій, які можуть спричинити стрес у тварин, таких як перенаселення або недостатні умови.

7. Відповідальне розведення та розмноження. Підтримка відповідального розведення та контроль популяції для запобігання перенаселенню та забезпечення добробуту тварин.

8. Освіта та підвищення свідомості. Забезпечення освіти та інформації власникам та опікунам тварин щодо важливості екологічної етики утримання тварин та її впливу на довкілля.

Ми майже кожен день харчуємося продуктами тваринного походження, які в першу чергу надходять з ферм, і досить часто я помічала що санітарні вимоги не відповідали нормі, через що тварина давала менше продукту і була в постійному стресі, також через це вона могла часто хворіти.

Візьмемо в приклад ферму де тримають ВРХ (велику рогату худобу) для них вимоги досить складні, але це не значить що ними можна нехтувати. Наведемо приклад поганої ферми з поганими умовами удержання корови.

По перше це велика площа місця проживання, в тісній клітці корові буде дуже незручно, в неї не буде достатньо місця щоб розвернутись, чи нормально лягти відпочити, навіть від цього в неї може з'явитись стрес.

Одна з найголовніших причин поганого утримання корови це її підстилка. Непорядність та забруднення незадовільна гігієна на фермі може створити небезпечні умови для здоров'я корів. Забрудненість стійлового приміщення, недбале видалення гною та інше може призвести до виникнення хвороб і стресу у тварин. Також можуть розвинути інфекційні хвороби, та нагноєння копит, а це вже досить серйозно для здоров'я нашої тварини. Щоб вилікувати нагноєння, спочатку потрібно буде оглянути корову, спершу потрібно оцінити загальний стан, та важливі показники, такі як температура тіла та пульс. За допомогою спеціальних інструментів ветеринар очищує нагноєні області копита, видаляючи мертву тканину та гній. Після очищення копита, ветеринар може застосувати спеціальні антисептичні засоби або мазі для обробки поранених ділянок та запобігання інфекції. Якщо хворе копито уже занадто сильно запущене то без хірургічних втручань не обійтись. Корові може бути призначено особливу терапію, таку як антибіотики або протизапальні препарати, щоб підтримати її здоров'я під час лікування. Крім того, важливо забезпечити корові комфортні умови і правильний догляд, щоб сприяти швидшому одужанню. Також слід наголосити що самотійно лікувати ВРХ ні в якому випадку не можна, слід порадитися з ветеринаром, тому на великих фермах ветеринар просто необхідний.

Ще одна причина що тварина знаходяться в екстремальних умовах це поганий раціон, нестача доступу до їжі або води, умови коли коровам надається недостатньо води або непосильні умови для отримання їжі, можуть призвести до дегідратації, недоїдання і загрози для здоров'я тварини.

Правила утримання домашніх тварин на території України:

1.1. Правила розроблені з метою врегулювання відносин в сфері поводження з тваринами та птицею забезпечення тварин відповідними нормами санітарного та екологічного забезпечення тварин та території на яких їх утримують згідно з законодавством України зокрема згідно з такими розділами: «Про засади державної регуляторної політики у сфері господарської діяльності», «Про захист тварин від жорстокого поводження», «Про охорону навколишнього середовища», «Про ветеринарну медицину» та інші.

Правила поводження з тваринами є: нормативно-правовим актом, якими встановлено вимоги до утримання домашніх тварин та птиці на території Республіки Україна

1.2. Ці правила поширюються на відносини, що виникають у зв'язку з утриманням домашніх тварин і птиці та поводження з ними фізичних та юридичних осіб.

1.3. Домашні тварини можуть належати на праві власності юридичній або фізичній особі яка досягла повноліття і спроможна забезпечити належне утримання тварин відповідно до природних потреб та законодавства Республіки Україна.

1.4. Відповідальність за дії тварин несуть їх власники, особи яким тварини належать на інших підставах що не суперечить нашому законодавству а також за тварин несуть відповідальність особи які їх супроводжують під час перевезень та перегону.

1.5. Правила базуються на таких принципах:

1. Гуманного ставлення до тварин.

2. Учасі органів місцевого самоврядування і виконавчої влади, громадських організацій тощо та зацікавленості фізичних осіб у заходах щодо вирішення проблем пов'язаних з утриманням тварин.

3. Обліку та регулювання чисельності тварин гуманними методами.

4. Обов'язкового виконання власниками тварин вимог цих Правил, а також ветеринарно-санітарних норм, забезпечення належного епізоотичного та санітарно-епідемічного стану тварин у пунктах їх утримання.

5. забезпечення належних умов для гармонійного співіснування людей та тварин.

Особливості утримання потенційно небезпечних домашніх тварин.

Придбання порід собак, яких визнано потенційно небезпечними, дозволяється лише особам, які досягли повнолітнього віку та пройшли спеціальне навчання у кінологічних організаціях. Особи яким дозволено утримувати таких собак, повинні обов'язково бути членами кінологічних клубів об'єднань або організацій та мати рекомендації від цих органів.

Особливості утримання сільськогосподарських тварин та птиці:

На території приватних садиб допускається влаштування господарських будівель для утримання свійських тварин, при умові виконання вимог, викладених у ДБР Б 2.2-12.2019.

Скарги на утримання на приватних подвір'ях свійських тварин розглядаються комісією на чолі з міським головою або головою виконавчої влади на місці та за участі спеціалістів а також представників інших організацій за дозволом спеціалістів.

У ході роботи комісії розглядаються плани на земельну ділянку та технічну документацію на забудову на планах повинні бути вказані господарські будівлі де утримують тварин.

У випадку їх відсутності на затверджених адміністрацією планах земельних ділянок та технічних паспортів на будівлі та тварин наявність в будівлях господарських приміщень буде вважатись самовільною забудовою що прямо карається законом. Хоча під час повномасштабного вторгнення в нашу країну на ці норми майже не звертається уваги.

Юридичні та фізичні особи:

Юридичні та фізичні особи діляться на тих хто пов'язаний з утриманням та особи які відповідають за обігом тварин.

- утримувати у чистоті приміщення для тварин і птиці та прилеглі до них території;

- проводити профілактичні заходи боротьби з мухами та гризунами двічі на рік (восени та весною), та поточні (при виявленні шкідників);

- виконувати законні вимоги уповноважених представників державних органів та органу місцевого самоврядування щодо здійснення протиепізоотичних заходів та/або заходів карантину тварин, включаючи обмеження на переміщення тварин та/або осіб, що мали контакт з хворими тваринами або з тваринами, щодо яких є підозра на захворювання на хворобу, що підлягає повідомленню, та інших ветеринарно-санітарних заходів;

- негайно інформувати уповноважених представників державних органів та органу місцевого самоврядування про раптову загибель тварин, підозру на захворювання або виявлення хвороби, що підлягає повідомленню, або поведінку тварин, яка їм не властива;

- перед переміщенням тварин з потужностей (об'єктів), де вони утримуються, отримати від уповноважених представників державних органів та органу місцевого самоврядування дозвіл на їх переміщення;

- доставляти тварин у визначене місце або забезпечувати належні умови за місцем утримання тварин для проведення ветеринарного огляду, діагностичних, профілактично-лікувальних обробок, включаючи дослідження і щеплення;

- у разі необхідності забезпечувати надійну фіксацію тварини при проведенні маніпуляцій, транспортування відібраних зразків тканин, крові та інших матеріалів для діагностичних аналізів;

- виконувати всі вказівки ветеринарного лікаря з проведенням заходів, необхідних для попередження заразних захворювань тварин та птиці;

- у будівлях утримання худоби, де відсутня каналізація, встановити непроникний рідино-збірник із герметичною кришкою;

Висновки. Екологічна етика утримання домашніх та свійських тварин полягає в створенні умов, які забезпечують добробут тварин та збереження природних ресурсів. Дотримання цих принципів є важливим кроком до забезпечення гармонії між людьми, тваринами та природою.

Екологічна етика утримання домашніх та свійських тварин є важливим аспектом сталого розвитку та забезпечує гармонійне співіснування людей та тварин у середовищі. Важливими є такі критерії:

1. Повага до життя: врахування прав та потреб тварин та захист їхньої життєвої діяльності.

2. Стратегії відновлення ресурсів: мінімізація використання природних ресурсів та приверженість до сталих методів утримання тварин.

3. Збереження біорізноманіття: збереження та захист різноманітності видів та їх природних середовищ.

Список використаної літератури

1. Борейко В. Є., Пустовіт Н. А. Екологічна етика та гуманне ставлення до тварин та рослин Методичний посібник для вчителів. Київ–Видання частково профінансоване президентом Асоціації зоозахисних організацій України А. С. Серпинською. 2011. С. 40-41

2. Закон України про захист тварин від жорстокого поводження: Закон України. 2006. 32 с.

3. Програма охорони тваринного світу та регулювання чисельності безпритульних тварин у м. Одесі на 2007-2015 роки. Правила утримання тварин у місті Одесі. Одеса. 2010. 32с.

4. Особливості різних систем утримання ВРХ. Прив'язне утримання Марія ЯРОШКО, дипломований ветеринарний лікар, магістр МВА, співробітник НіМАЦ URL: <https://agro-business.com.ua/agro/suchasne-tvarynnytstvo/item/8019-osoblyvosti-riznykh-system-utrymannia-vrkh-pryviazne-utrymannia.html>

5. Mellor, David J., and David B. Mellor. Ethical and Scientific Considerations Regarding Animal Consciousness. *Animals*, vol. 2, no. 2. 2012. pp. 193–205.

Олександр ХРУСТІВСЬКИЙ³,

Студент 2 курсу,
Факультет Ветеринарної медицини,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПЕРЕЛИВАННЯ КРОВІ ТВАРИНАМ (ГЕМОТРАНСФУЗИЯ)

Анотація. Дана стаття розглядає важливість та актуальність процедури переливання крові в сучасному ветеринарному контексті. В статті зазначається, що хоча переливання крові у людей вже давно є стандартною медичною процедурою, ветеринарна медицина часто стикається з відсутністю доступу до цієї послуги. Наголошується на тому, що розвиток донорства крові тварин має великий потенціал для поліпшення медичної допомоги тваринам, зокрема у надзвичайних ситуаціях, таких як аварії чи катастрофи, тим паче у сучасних реаліях. В статті обґрунтовується необхідність впровадження системи донорства крові для тварин в Україні. У цілому, стаття пропонує конструктивний підхід до вирішення проблеми

³Науковий керівник: доцент кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ Колечко А.В.

переливання крові у тварин та визначає її як важливий аспект забезпечення здоров'я і добробуту тварин у сучасному суспільстві.

Ключові слова: гемотрансфузія, переливання, донор крові, здоров'я, добробут тварин.

Annotation. This article explores the importance and relevance of blood transfusion procedures in the contemporary veterinary context. While blood transfusion in humans has long been a standard medical procedure, veterinary medicine often faces a lack of access to this service. Emphasis is placed on the potential of developing animal blood donation to improve veterinary care, particularly in emergency situations such as accidents or disasters, especially in modern realities. The article argues for the necessity of implementing a blood donation system for animals in Ukraine. Overall, the article offers a constructive approach to addressing the issue of blood transfusion in animals and identifies it as an important aspect of ensuring the health and welfare of animals in modern society.

Key words: hemotransfusion, transfusion, blood donor, health, animal welfare.

Вступ. Переливання крові у тварин стає необхідним у випадках, коли знижується кількість еритроцитів, що призводить до недостатнього окиснення тканин. Ця проблема може виникати через порушення утворення еритроцитів, їх руйнування або крововтрату. У деяких країнах існують банки крові для тварин, але в багатьох ця можливість відсутня. *Мета статті* – показати важливість розвитку донорства крові тварин у нашій країні, та у світі в цілому. Висвітлити важливість платформи донорства крові для тварин, яка може забезпечити шанс на одужання та здорове майбутнє для багатьох домашніх та безпритульних тварин. Проаналізувати потенційні переваги впровадження платформи донорства крові для тварин у суспільстві. Зробити акцент на важливості активного інформування населення про можливості та переваги участі у донорській програмі для тварин. Підкреслити актуальність і необхідність розвитку цієї ініціативи в контексті здоров'я та добробуту тварин.

Зараз переливання крові вважається операцією середньої складності, що може призвести до серйозних ускладнень. Незважаючи на строгу відповідність груповій належності крові донора та отримувача, імунний конфлікт може виникнути через інші антигени, такі як лейкоцитарні чи тромбоцитарні. Цей конфлікт може виникнути навіть при мінімальному об'ємі гемотрансфузії.

Не так давно почали впроваджуватися нові підходи до трансфузійної терапії, зокрема компонентна терапія, яка передбачає використання окремих компонентів крові, таких як еритроцити, тромбоцити, лейкоцити, свіжозаморожена плазма, альбумін, фібриноген та кровозамінники. Використання окремих компонентів зменшує ризик імунологічних ускладнень порівняно з переливанням цілої крові.

Виклад основного матеріалу. У сучасних умовах майже жодна значна хірургічна операція не проводиться без використання гемотрансфузії або кровозамінників. Гемотрансфузія також застосовується при травматичному шоці, внутрішніх кровотечах (наприклад, шлункових, легневих), хронічній

постгеморагічній анемії, тяжких інфекційних захворюваннях, лейкозах, опіках, пораненнях і т.д. Перелита крові замінює втрачену, сприяючи живленню організму, виведенню токсинів, полегшенню боротьби з інфекціями, нормалізації кров'яного тиску, обміну речовин та функції тканинного дихання. Для поповнення кількості еритроцитів застосовують переливання еритроцитарної маси, для відновлення кількості лейкоцитів – концентрат свіжих лейкоцитів. Іноді використовують кровозамінники. Перед кожним переливанням крові обов'язково визначають групу крові донора і отримувача, індивідуальну сумісність крові, роблять біологічну пробу.

Тваринам-донорам, які мають можливість вільного вигулу та контактують з іншими тваринами, перед кожним збором крові проводяться окремі тести на вірусні захворювання. Після проведення необхідних клінічних і лабораторних обстежень, результати порівнюються з показниками попередніх досліджень. Порівняння є корисним методом для аналізу фізіологічного стану тварини-донора. Наприклад, зміна температури тіла або ваги може вказувати на можливе захворювання. Залежно від клінічних показників, здійснюється морфологічний і біохімічний аналіз крові, а також тести на інфекційні захворювання. Ці тести проводяться до першої донації та регулярно, один раз на рік, якщо тварина бере участь у програмі донорства.

Всі тварини, що беруть участь у програмі донорства, повинні пройти ретельний медичний огляд ветеринарним лікарем, щоб переконатися у їх клінічному здоров'ї та безпеці крові для отримувача. Оцінка повинна визначити відповідність крові донора фізіологічним стандартам за гематологічними і біохімічними показниками, а також відсутність інфекційних захворювань.

Збереження здоров'я донора завжди має бути головним пріоритетом. У випадку виявлення будь-яких вад або ознак захворювання, донація відкладається. Ця оцінка повинна проводитися перед кожною процедурою донації, зокрема у зв'язку з ризиком інфекційних захворювань. Це сприяє мінімізації ризиків для як самого донора, так і для здоров'я тварин-отримувачів. Власники донорських тварин також зобов'язані повідомляти лікарів, якщо їх тварина захворіла протягом 48 годин після донації, особливо у випадку ранніх симптомів захворювання, які не були виявлені під час процедури.

Клінічна оцінка донора включає вимірювання температури тіла, серцевого ритму, пульсу, частоти дихання та маси тіла, а також проведення загального аналізу крові (з вимірюванням кількості еритроцитів, тромбоцитів і гематокриту) та визначення рівня гемоглобіну. Тварини, у яких виявлені патології серця чи нирок, не можуть бути донорами. Це також пояснюється тим, що донорський вік тварин складає 2/3 від їхнього природного життєвого циклу, оскільки серцева та ниркова недостатність найчастіше виникають у тварин похилого віку.

Перевірка крові має проводитися до реєстрації тварин у програмі донорів і повторюватися щорічно під час їх участі у програмі. Регулярний морфологічний аналіз крові має велике значення для ефективної трансфузії, так як це захищає донора від анемії при плановій повторній донації.

Рекомендується проводити ехокардіограму у всіх тварин-донорів, у яких виявлені порушення автоматизму серця або наявності сторонніх шумів при аускультації.

Основні вимоги до обстеження тварини донора включають наступне:

- Проведення серцевої аускультації для виявлення порушень автоматизму, таких як тахікардія або брадикардія.
- Оцінка стану тіла тварини та порівняння її ваги з попередньою вагою під час попередньої донації.
- Перевірка зовнішнього покриву тварини на наявність ран або травм, важливо виявляти наявність ектопаразитів.
- Пальпація черевної порожнини для виявлення аномалій чи дискомфорту, а також для перевірки наповненості сечового міхура.
- Обстеження системи дихання для виявлення аномалій у дихальних рухах та при аускультації легень.
- Перевірка лімфатичних вузлів на наявність змін у їхньому розмірі.
- Дослідження очей на виявлення будь-яких виділень або аномалій.
- Перевірка апарату руху для виявлення кульгавості.
- Обстеження ротової порожнини для визначення кольору слизової оболонки та часу наповнення капілярів.

Алгоритм відбору крові у котів. Підготовка kota-донора до відбору крові передбачає дотримання правил стерильності та асептики. Усі необхідні матеріали для донації повинні бути підготовлені наперед. Необхідно встановлювати катетер у периферійні вени. Перед введенням катетера коту-донору застосовують седацію, наприклад, пропофолом або буторфанолом. Після відбору крові через цей катетер вводять фізіологічний розчин у такому самому об'ємі, як і отримана кров. Загальний обсяг крові у kota складає 45-60 мл на кілограм маси тіла тварини. Об'єм відібраної крові у kota-донора становить приблизно 10 мл на кілограм. Це не має негативного впливу на кров'яний тиск та серцевий ритм донора. Варто відзначити, що седацію під час донації застосовують тільки у випадку агресивної поведінки kota-донора. Відбір крові здійснюють із яремної вени, перед донацією місце проколу обробляють антисептиком. Кров збирають у спеціальний контейнер або стерильний шприц відповідного об'єму.

Алгоритм відбору крові у собак-донорів. Підготовка до відбору крові у собаки-донора передбачає дотримання правил асептики та антисептики. Всі матеріали для донації слід підготувати заздалегідь. Загальний обсяг крові у собаки становить 80-90 мл на кілограм маси тіла. Безпечний об'єм крові для відбору не перевищує 15-20% від загального об'єму крові у собаки-донора, що складає 16-18 мл на кілограм маси тіла. Седацію застосовують лише у випадку агресивної поведінки собаки-донора, за допомогою ксилазину у дозі 0,5-1,5 мл на 10 кг маси тіла. Відбір крові здійснюють із яремної вени, перед цим обробивши місце проколу спиртом. Кров збирають у спеціальний контейнер для великих чи дрібних тварин або у стерильний шприц відповідного об'єму.

Перед гемотрансфузією необхідно проводити перехресні проби у всіх пацієнтів, оскільки кров'яні антигени донора можуть викликати негативну реакцію в організмі реципієнта. Ці проби рекомендується проводити навіть у випадку, коли немає впевненості, чи отримувач реципієнт раніше гемотрансфузію. Перехресні проби включають тести на аглютинацію та гемоліз, щоб оцінити сумісність крові донора і реципієнта, спостерігаючи реакцію між еритроцитами і антитілами в плазмі обох. Ці проби допомагають виявити антитіла, які можуть спричинити імунологічну відповідь. Хоча перехресне проба зменшує ризик трансфузійних реакцій, слід продовжувати уважно спостерігати за пацієнтами під час та після гемотрансфузії.

Україна спостерігає швидкий ріст та розвиток гемотрансфузії, процедури, яка досі не мала широкого застосування, але в останні роки набуває популярності. Хоча пряме переливання крові вже часто практикується, пошуки донора можуть зайняти певний час, іноді кілька днів.

Важливо інформувати людей про можливість донорства крові у тварин з кількох причин. По-перше, це допомагає зберегти життя тварин, які потребують невідкладної медичної допомоги. При заборі цільної крові один донор може врятувати одну тварину. Але, якщо крові розділяється на компоненти, наприклад, еритроцити, плазму, тромбоцити, один донор може врятувати навіть двох тварин, оскільки різні компоненти крові використовуються для різних медичних процедур. Такий акт донорства може мати значний вплив на тваринний світ і врятувати багато життів.

Перед проведенням переливання необхідно забезпечити безпеку як для донора, так і для реципієнта через клінічне та лабораторне обстеження. Важливою є також підготовка персоналу та постійний моніторинг стану тварини після процедури. Такий підхід забезпечує оптимальні умови для успішного переливання крові у тварин та може допомогти врятувати їхні життя.

Фактично, рекомендується проводити саму процедуру переливання крові протягом не більше 5 годин. Проте, за певних обставин, може бути допустиме використання тривалішого часу. Підготовка медичного персоналу до цієї процедури займає приблизно 30 хвилин. Також, іноді ветеринар може проводити спостереження за пацієнтом протягом двох годин після переливання. Важкі випадки можуть потребувати стаціонарного лікування та постійного моніторингу. Для лікаря ветеринарної медицини важливо підтримувати зв'язок з пацієнтом протягом 3-4 тижнів після процедури, оскільки на цей термін можуть бути призначені препарати для запобігання негативних реакцій організму на чужорідний білок.

Донорська кров у тварин може бути ключовим елементом в лікуванні критичних станів. Важливо пам'ятати, що донорами можуть бути як коти, так і собаки, але вони повинні відповідати конкретним фізіологічним вимогам, включаючи вакцинацію та відсутність хронічних захворювань. Для собак обов'язкові фізіологічні вимоги, такі як вага не менше 25 кг і вік від 2 до 7 років, тоді як для котів – вага не менше 4,5 кг і вік від 2 до 6 років. Ці критерії є

базовими, проте лікар-ветеринар може врахувати також інші специфічні ознаки під час збору інформації про тварину.

Переливання крові у тварин застосовується лише у випадках надзвичайно критичного стану пацієнта, коли інші медичні процедури вже не можуть надати допомогу. Це обумовлено потенційними ризиками для отримувача крові (тварини, якій кров переливають). Ветеринарні іноді можуть використовувати крові від собаки для переливання коту, але це робиться лише у критичних ситуаціях, оскільки це приносить додаткові небезпеки. Проте переливання крові від котів до собак не здійснюється, оскільки неможливо отримати достатній об'єм крові від потенційного донора.

Рекомендовані інтервали між донорськими сесіями у межах 2-4 або 3-6 місяців. Проте цей графік може бути адаптованим для кожної конкретної тварини в залежності від її особливостей.

Висновок. У контексті українського суспільства і світового рівня важливо розвивати донорство крові для тварин, що може забезпечити шанс на одужання та здорове майбутнє для багатьох тварин. Отже, на основі досліджень можна зробити наступні висновки щодо розвитку ветеринарної трансфузіології та донорства крові для тварин:

1. Незважаючи на швидкий розвиток досліджень в галузі трансфузійної медицини, ветеринарна трансфузіологія вимагає подальших наукових досліджень, зокрема з метою запобігання реакціям у тварин-реципієнтів після трансфузії.

2. Важливо дослідити не лише реакцію тварин-реципієнтів, а й реакцію організму тварин-донорів на забір крові, для забезпечення безпеки та ефективності переливання.

3. Переливання крові відбувається лише у критичних випадках, оскільки це пов'язано з ризиками для отримувача. Донорами можуть бути собаки та коти, що відповідають певним фізіологічним вимогам.

4. Рекомендовані інтервали між донорськими сесіями в 2-4 або 3-6 місяців, але можуть бути адаптованими для кожної конкретної тварини.

5. Впровадження платформи донорства крові для тварин може мати ряд переваг, включаючи забезпечення доступу до критичної медичної допомоги тваринам, збільшення шансів на їх одужання та підвищення загального рівня добробуту тварин у суспільстві.

6. Активне інформування населення про переваги участі у донорській програмі для тварин є ключовим для успішної реалізації цієї ініціативи, що підвищить її актуальності і ефективності.

7. Розвиток донорства крові для тварин є актуальним і необхідним кроком для забезпечення здоров'я та добробуту тварин у сучасному суспільстві.

Немає сумнівів, що у найближчі роки в галузі ветеринарної медицини відбудеться значний прогрес, який сприятиме поглибленню наших знань та розумінню трансфузійної ветеринарної медицини, а також розвитку нових підходів до організації банків крові для тварин. Це особливо важливо для

України, оскільки створення і вдосконалення таких банків допоможе забезпечити ефективне та своєчасне лікування тварин у нашій країні.

Список використаної літератури

1. Hardefeldt, L. Y., Keuler, N., & Peek, S. F. (2010). Incidence of transfusion reactions to commercial equine plasma. *Journal of veterinary emergency and critical care (San Antonio, Tex. 2001)*, 20(4), 421-425.
2. Harris, M., Nolen-Walston, R., Ashton, W., May, M., Jackson, K., & Boston, R. (2012). Effect of sample storage on blood crossmatching in horses. *Journal of veterinary internal medicine*, 26(3), 662-667.
3. Малюк М.О., Мазуркевич А.Й., Ткаченко В.В., Харкевич Ю.О., Тарнавський Д.В.. Монографія. Переливання крові у тварин. Організація банку крові. (Київ 2023). ст. 6-9.
4. Aleman, M., Nieto, J. E., Carr, E. A., & Carlson, G. P. (2005). Serum hepatitis associated with commercial plasma transfusion in horses. *Journal of veterinary internal medicine*, 19(1), 120-122.
5. Carson J.L., Grossman B.J., Kleinman S., et al. (2012). Red blood cell transfusion: a clinical practice guideline from the AABB. *Ann Intern Med.* 157(1), 49-58.
6. Hohenhaus A. E. (2004). Importance of blood groups and blood group antibodies in companion animals. *Transfusion medicine reviews*, 18(2), 117–126.
7. Hurcombe, S. D., Mudge, M. C., & Hinchcliff, K. W. (2007). Clinical and clinicopathologic variables in adult horses receiving blood transfusions: 31 cases (1999-2005). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 231(2), 267-274.
8. Giger U. Blood-typing and crossmatching. In: Bonagura JD, et al. editors. *Kirk's Current Veterinary Therapy XIV*. 1st ed. St. Louis, USA: Saunders Elsevier; 2009. p. 260-265.
9. Malik R, Griffin D, White J, et al. Prevalence of the feline A/B blood type in the Sydney region. *Aust Vet J.* 2005;83(1-2), 38-44.
10. Forcada Y, Guitian J, Gibson G. Frequencies of feline blood types at a referral hospital in the South East of England. *J Small Anim Pract.* 2007;48(10), 570-573.
11. Weinstein N, Blais M, Harris K, et al. A newly recognized blood group in domestic shorthair cats: the Mik red cell antigen. *J Vet Intern Med.* 2007;21(2), 287-292.
12. Hohenhaus A. Importance of blood groups and blood group antibodies in companion animals. *Transfus Med Rev.* 2004;18(2), 117-126.
13. Melzer K, Wardrop K, Hale A, et al. A hemolytic transfusion reaction due to DEA 4 alloantibodies in a dog. *J Vet Intern Med.* 2003;17(6), 931-933.
14. Wardrop K. Transfusion medicine. In: Morgan RV editors. *Handbook of Small Animal Practice*. 5th ed. St. Louis, USA: Saunders Elsevier; 2008. 707-713.
15. Brownlee, L., Wardrop, K. J., Sellon, R. K., & Meyers, K. M. (2000). Use of a prestorage leukoreduction filter effectively removes leukocytes from canine

whole blood while preserving red blood cell viability. Journal of veterinary internal medicine, 14(4), 412-417.

16. Ferreira, R. R., Gopegui, R. R., Araujo, M. M., & de Matos, A. J. (2014). Effects of repeated blood donations on iron status and hematologic variables of canine blood donors. Journal of the American Veterinary Medical Association, 244(11), 1298-1303.

17. Viljoen, A., Page, P. C., Fosgate, G. T., & Saulez, M. N. (2014). Coagulation, oncotic and haemodilutional effects of a third-generation hydroxyethyl starch (130/0.4) solution in horses. Equine veterinary journal, 46(6), 739-744.

18. Jiwaji, Z., Nunn, K. P., Conway-Morris, A., Simpson, A. J., Wyncoll, D., Rossi, A. G., Walsh, T. S., & RELIEVE Trial Investigators (2014). Leukoreduced blood transfusion does not increase circulating soluble markers of inflammation: a randomized controlled trial. Transfusion, 54(10), 2404-2411.

19. Групи крові. Резус-фактор. Переливання крові. Вікові особливості. ОсвітаUA: веб-сайт. URL: <https://osvita.ua/vnz/reports/biolog/25709/>

20. Методи визначення груп крові у тварин. BiovetUA: веб-сайт. URL: <https://biovet.ua/ua/metodi-viznachennya-grup-krovi-u-tvarin/>

Юлія ЗАДОРЖНЮ⁴,

Студентка 5 курсу,

Факультет ветеринарної медицини,

Вінницького національного аграрного університету

Вінниця, Україна

СУЧАСНІ МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ПРОДУКТІВ ТВАРИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

***Анотація.** Ця стаття досліджує сучасні методи контролю якості та безпеки продуктів тваринного походження. Зростаюча увага споживачів до здорового харчування та високі вимоги до безпеки ставлять перед галуззю харчової промисловості виклики, які потребують ефективних рішень. Стаття розглядає різноманітні методи аналізу, включаючи молекулярні та імунологічні методи, мас-спектрометрію, використання штучного інтелекту.*

Досліджуються їхня сутність, застосування та вплив на підвищення стандартів безпеки та якості продукції.

***Ключові слова:** методи аналізу, контроль якості, безпека, здорове харчування*

***Annotation** This article examines modern methods of quality control and safety of animal products. The growing attention of consumers to healthy food and high*

⁴Науковий керівник: Оксана Пікула доцент кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ.

safety requirements pose challenges to the food industry that require effective solutions. The article examines various methods of analysis, including molecular and immunological methods, mass spectrometry, and the use of artificial intelligence. Their essence, application and impact on improving safety and quality standards are studied products.

Key words: *methods of analysis, quality control, safety, healthy food.*

Вступ. У сучасному світі споживачі все більше звертають увагу на якість та безпеку харчових продуктів, зокрема на ті, що мають тваринне походження. Наголос на здоровому способі життя та збалансованому харчуванні став визначальним фактором для багатьох. Це підвищує вимоги до виробників та переробників тваринної продукції щодо забезпечення якості та безпеки своїх продуктів.

У даній статті детально розглянемо сучасні методи контролю якості та безпеки продуктів тваринного походження, які є важливими для галузі харчової промисловості. Ми дослідимо різноманітні підходи та технології, що застосовуються для виявлення потенційних загроз та забезпечення високих стандартів якості та безпеки.

Виклад основного матеріалу. Безпека харчових продуктів є критично важливим аспектом громадського здоров'я та передбачає обробку, приготування та зберігання харчових продуктів, щоб уникнути зараження та хвороб харчового походження. Безпека харчових продуктів є критично важливим аспектом громадського здоров'я та передбачає обробку, приготування та зберігання харчових продуктів, щоб уникнути зараження та хвороб харчового походження.

Державні установи, виробники харчових продуктів, дослідники та споживачі відіграють вирішальну роль у мінімізації ризиків, пов'язаних із хворобами харчового походження та алергією.

Транскриптоміка та протеоміка є двома сучасними методами молекулярної діагностики, які глибоко досліджують генетичні та біохімічні аспекти функціонування живих систем.

Транскриптоміка вивчає усі транскрипти РНК, які синтезуються в клітинах організму у певний момент часу або в певних умовах середовища. Цей аналіз дозволяє дослідникам отримати унікальний взгляд на активність генів у клітинах та визначити, як різні фактори, такі як стрес, захворювання або зміни у середовищі, впливають на експресію генів.

Протеоміка, з іншого боку, займається ідентифікацією та кількісним визначенням усіх білкових компонентів, які присутні у конкретній системі в певний час. Це дозволяє досліджувати функціональні аспекти білків, їх взаємодію та роль у клітинних процесах.

Обидва ці підходи в молекулярній діагностиці відіграють важливу роль у виявленні харчових паразитів (стафілококи, ентерококи, пеніцили, кишкові палички), дослідженні автентичності харчових продуктів, виявленні харчових мікроорганізмів, розпізнаванні харчових алергенів, а також аналізу обробки та

якості харчових продуктів. Їх висока чутливість та точність роблять їх незамінними інструментами в сучасних дослідженнях та індустрії харчових продуктів.

Останнім часом дуже поширеним явищем є підробка продукції, особливо тваринного походження. Тому в сучасному суспільстві було піднято питання автентичності продукції.

Автентичність продуктів - це ключовий аспект у харчовій промисловості, який визначає ступінь відповідності продукту його заявленій ідентичності та походженню. Забезпечення автентичності є важливим завданням для виробників та споживачів, оскільки воно гарантує якість, безпеку та довіру до продукції. Для визначення автентичності продуктів часто використовуються комбіновані методи або поєднуються різні методи з хемометричними підходами. Один з найбільш часто використовуваних алгоритмів зменшення розмірності даних - це аналіз головних компонентів (РСА). Цей алгоритм дозволяє максимально зменшити втрату інформації про вихідний набір даних, одночасно зменшуючи кількість індексів, які потрібно проаналізувати.

Ще один метод, який часто використовується в таких випадках - це *частковий дискримінантний аналіз за методом найменших квадратів*. Цей метод є формою контрольованого дискримінантного аналізу, де контрольована модель часто краще встановлює вибіркові зв'язки між даними.

Додатково, гіперспектральне зображення, у поєднанні з хемометричними параметрами, може бути використане для перевірки автентичності продуктів. Наприклад, його можна використовувати для перевірки автентичності сирих та варених рулетів із баранини, що можуть бути підробленими рулетами зі свинини та качки. Використання гіперспектрального зображення в поєднанні з хемометричними методами може забезпечити високу точність виявлення подібних маніпуляцій з продуктами харчування.

Також для дослідження використовують *мас-спектрометрію*. Мас-спектрометрія є потужним інструментом в аналізі харчових продуктів для аутентифікації їх походження та простежуваності. Цей метод дозволяє визначати хімічний склад та структуру молекул у зразках продуктів, що дозволяє виявляти потенційні зміни, підробки або контамінації.

Основний принцип мас-спектрометрії полягає в аналізі мас-спектрів, які є графічними представленнями мас та інтенсивності іонів, утворених у зразку при його іонізації. Зразок спочатку піддається іонізації, де він перетворюється на іони, які потім розділяються за масою і аналізуються за допомогою мас-аналізатора. Інтенсивність сигналів мас-спектра залежить від кількості іонів кожного масового числа.

У випадку аутентифікації харчових продуктів, мас-спектрометрія може використовуватися для:

1. Виявлення біомаркерів: Деякі харчові продукти мають характерні хімічні складові або молекулярні підписи, які можна ідентифікувати за допомогою мас-спектрометрії. Це може бути корисно для виявлення підробок

або контамінації.

2. Аналіз хімічних складників: Мас-спектрометрія дозволяє аналізувати різноманітні хімічні складники, такі як жири, білки, вуглеводи, вітаміни та мінерали, які можуть слугувати як унікальні характеристики для конкретних продуктів.

3. Визначення походження: Деякі продукти можуть мати специфічні мас-спектральні підписи, які вказують на їхнє походження або виробника. Це може бути корисно для простежування ланцюга постачання та виявлення подібних продуктів різного походження.

Мас-спектрометрія в поєднанні з хемометричними параметрами є потужним методом аналізу, який може бути використаний для автентифікації та простежуваності походження продуктів харчування.

Молекулярні методи аналізу тваринних продуктів. У світі, де увага до якості та безпеки їжі стає все більшою, молекулярні методи аналізу виявляються важливим інструментом для забезпечення безпеки та визначення якості продуктів тваринного походження.

Один з найбільш важливих методів - це полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР). Цей метод дозволяє виявляти та ідентифікувати різноманітні патогени, такі як бактерії або віруси, що можуть забруднювати м'ясо, молоко, яйця та інші тваринні продукти. Застосування ПЛР важливе для оперативного виявлення потенційно небезпечних мікроорганізмів та забезпечення високої якості та безпеки продуктів.

Крім того, імунологічні методи, такі як ELISA (ензимно-зв'язаний імуносорбентний аналіз), є ефективними інструментами для виявлення алергенів, антибіотиків та інших забруднень у тваринних продуктах. Вони дозволяють оперативно реагувати на потенційно небезпечні ситуації та забезпечувати споживачів безпечними та якісними продуктами.

Застосування молекулярних методів аналізу у контролі якості та безпеки тваринних продуктів є необхідним для забезпечення здоров'я та добробуту споживачів. Їхнє використання дозволяє здійснювати швидкий та ефективний контроль за якістю продуктів та уникнути потенційних ризиків для здоров'я.

Генетичні технології, такі як секвенування ДНК, грають ключову роль у аналізі продукції тваринного походження. Ці техніки дозволяють виявляти генетичні зміни та аномалії у геномах тварин, що використовуються для виробництва продуктів, таких як м'ясо, молоко, яйця тощо.

Використання генетичних аналізів дозволяє:

1. Виявляти специфічні генетичні ознаки: Деякі генетичні маркери асоційовані з певними властивостями тварин, такими як продуктивність, харчова цінність м'яса чи молока, стійкість до хвороб тощо. Аналіз ДНК може допомогти ідентифікувати ці ознаки у тварин.

2. Розрізнити продукти з різних джерел: генетичні технології дозволяють встановлювати походження продуктів тваринного походження. Наприклад, за допомогою ДНК-аналізу можна виявити, з якої конкретної породи або лінії тварини походить продукт, що дозволяє забезпечити якість і безпеку продуктів

для споживачів.

3. Виявляти шахрайство та фальсифікацію: Генетичні аналізи можуть виявити випадки, коли продукти тваринного походження підроблені або підмінені, наприклад, коли деякі види м'яса або риби представляються як інші. Це допомагає контролювати якість та безпеку продуктів харчування.

В цілому, генетичні технології в аналізі продукції тваринного походження відіграють важливу роль у забезпеченні якості, безпеки та відстежуваності продуктів для споживачів.

Біосенсорні технології. Є важливим інструментом у контролі якості та безпеки продуктів тваринного походження. Вони використовуються для виявлення патогенів та забруднень у таких продуктах з високою чутливістю та точністю.

Ці технології базуються на реакціях біохімічних компонентів з патогенами або іншими молекулами забруднення, що може включати антитіла, ферменти або нуклеїнові кислоти. Вони можуть бути використані для виявлення бактерій, вірусів, токсинів чи хімічних забруднень.

Застосування молекулярних методів аналізу у контролі якості та безпеки продуктів тваринного походження є ключовим, оскільки ці методи дозволяють оперативно виявляти потенційні ризики та усувати їх. Це забезпечує безпеку та якість продукції тваринного походження, що в свою чергу сприяє підвищенню довіри споживачів до таких продуктів харчування.

Штучний інтелект у контролі якості та безпеці продуктів тваринного походження. Штучний інтелект (ШІ) стає все більш важливим інструментом у галузі контролю якості та безпеки продуктів тваринного походження. Його застосування дозволяє автоматизувати процеси аналізу, виявлення аномалій та прогнозування потенційних проблем. Розглянемо деякі ключові аспекти застосування штучного інтелекту у цій сфері:

1. *Моніторинг виробничих процесів:* ШІ може бути використаний для постійного моніторингу виробничих процесів у промисловості тваринництва. Він може аналізувати дані з сенсорів та моніторів, що контролюють температуру, вологість, рівень рН тощо, і виявляти відхилення від норми, що може свідчити про можливі проблеми з якістю або безпекою продукції.

2. *Прогнозування ризиків та аномалій:* За допомогою алгоритмів машинного навчання, ШІ може аналізувати великі обсяги даних щодо якості та безпеки продуктів тваринного походження. Він може виявляти шаблони та тенденції, що можуть свідчити про можливі ризики або аномалії у виробничому процесі або самому продукті.

3. *Оптимізація виробничих процесів:* ШІ може допомогти в оптимізації виробничих процесів, що впливають на якість та безпеку продуктів тваринного походження. Він може рекомендувати оптимальні параметри обробки, управляти ресурсами та матеріалами, що дозволяє підвищити якість та знизити ризики забруднення.

4. *Виявлення фальсифікації та шахрайства:* ШІ може бути використаний для виявлення фальсифікації та шахрайства у харчовій промисловості. Він

може аналізувати дані щодо складу продуктів, їхньої історії та походження, що дозволяє виявляти потенційні випадки підробки або недобросовісної діяльності.

5. *Підвищення рівня автоматизації*: ШІ може автоматизувати багато процесів, пов'язаних з контролем якості та безпеки продуктів тваринного походження, що дозволяє підвищити ефективність та швидкість виявлення проблем та реагування на них.

Застосування штучного інтелекту у контролі якості та безпеці продуктів тваринного походження відіграє важливу роль у забезпеченні безпеки та якості продукції, забезпечуючи споживачів високоякісною та безпечною харчовою продукцією.

Висновок. Сучасні методи контролю якості та безпеки продуктів тваринного походження відіграють важливу роль у забезпеченні безпеки та якості харчових продуктів для споживачів. За допомогою молекулярних методів аналізу, мас-спектрометрії, штучного інтелекту та біг даних можна ефективно виявляти патогени, забруднення та фальсифікацію продуктів, що дозволяє виробникам та переробникам забезпечувати високі стандарти якості та безпеки.

Застосування сучасних технологій у контролі продуктів тваринного походження сприяє не лише забезпеченню безпеки, але і підвищенню довіри споживачів до продукції. Завдяки постійному розвитку та вдосконаленню цих методів, можна очікувати подальше покращення у сфері контролю якості та безпеки харчових продуктів тваринного походження, що стане важливим кроком у забезпеченні здоров'я та добробуту споживачів.

Список використаної літератури

1. Proteomic Advances in Milk and Dairy Products. 2021 Jun 23 Agregán R, Echegaray N, López-Pedrouso M, Kharabsheh R, Franco D, Lorenzo JM.
2. Food Safety-Transcriptomics and Proteomics Mónica Carrera. Int J Mol Sci. 2023.
3. A comprehensive overview of emerging techniques and chemometrics for authenticity and traceability of animal-derived food Huiping Ye et al. Food Chem. 2023.
4. Mass spectrometry in food authentication and origin traceability Xinjing Dou et al. Mass Spectrom Rev. 2023 Sep-Oct.
5. Proteomics as a promising biomarker in food authentication, quality and safety: A review Muhammad Afzaal et al. Food Sci Nutr. 2022.

Валерія ЯЩУК⁵,
Студентка 3-го курсу,
Факультету технології виробництва,
переробки та робототехніки в тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КОРОПА В ПОЛІКУЛЬТУРІ З БІЛИМ ТОВСТОЛОБОМ

***Анотація.** На сучасний момент, основним об'єктом в ставовому рибництві залишається короп, але останнім часом рослиноїдні риби здобувають все більшу питому вагу в загальному обсязі виробництва товарної продукції. Роль полікультури з білим та строкатим товстолобом, білим амуром зростає, і питома вага коропа у виробленій продукції пропорційно зменшується.*

Використання полікультури рослиноїдних риб дозволяє ефективно використовувати значну частину первинної продукції, яка утворюється в водоймах, і створювати стійку екосистему з точки зору біоенергетики та економічної цінності.

Доведено, що застосування комплексної вдосконаленої технології інтенсивного вирощування риби з використанням заходів з розвитку природної кормової бази рибогосподарських водойм, формування збалансованої полікультури та ущільнених посадок риб, за дворічного обороту з осіннім методом зариблення дозволяє суттєво підвищити інтенсивність вирощування товарної риби.

***Ключові слова:** короп, рослиноїдні риби, полікультура, зариблення.*

***Annotation.** At the present time, the main object in pond fish farming remains carp, but recently herbivorous fish have gained an increasing share in the total production of marketable products. The role of polyculture with white and variegated carp, white carp is increasing, and the specific weight of carp in the produced products is proportionally decreasing.*

The use of polyculture of herbivorous fish makes it possible to effectively use a significant part of the primary products that are formed in reservoirs and create a sustainable ecosystem from the point of view of bioenergy and economic value.

It has been proven that the application of a complex and improved technology of intensive fish farming with the use of measures to develop the natural feed base of fishing reservoirs, the formation of a balanced polyculture and dense plantings of fish, for a two-year turnover with the autumn stocking method, allows to significantly increase the intensity of commercial fish cultivation.

***Key words:** carp, herbivorous fish, polyculture, stocking.*

⁵Науковий керівник: Віта Главатчук кандидат с.-г. наук, старший викладач кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин ВНАУ.

Вступ. Рибництво в Україні є важливою галуззю, що забезпечує населення харчовими продуктами високої якості. Протягом періоду незалежності країни, галузь пройшла суттєві зміни, які були викликані науково-технічними досягненнями та корективами у системі управління виробництвом та характері економічних відносин [4, 7].

Перспективним напрямком є вирощування риби в ставах за принципом полікультури. Важливо відзначити, що нині існують складнощі з розрахунком оптимальних щільностей посадки риб та якості рибопосадкового матеріалу, які впливають на продуктивність ставів і собівартість виробленої продукції [6].

На сучасний момент, основним об'єктом в ставовому рибництві залишається коропа, але останнім часом рослиноїдні риби здобувають все більшу питому вагу в загальному обсязі виробництва товарної продукції. Роль полікультури з білим та строкатим товстолобом, білим амуром зростає, і питома вага коропа у виробленій продукції пропорційно зменшується [2, 5].

Використання полікультури рослиноїдних риб дозволяє ефективно використовувати значну частину первинної продукції, яка утворюється в водоймах, і створювати стійку екосистему з точки зору біоенергетики та економічної цінності [3].

Науково обґрунтована організація рибного господарства та застосування сучасних технологій дозволяє виробникам рибної продукції контролювати умови утримання гідробіонтів, регулювати терміни розведення і вирощування більшості видів риб, керувати отримання та переробку отриманої продукції, а також визначати терміни та методи реалізації продукції господарства [1, 8].

Мета статті полягає в вивченні використання засобів інтенсифікації у рибництві для удосконалення технології вирощування полікультури коропа з рослиноїдними рибами.

Виклад основного матеріалу. У нагульних ставах, застосовуючи різні методи зариблення, створювались максимально схожі умови для вирощування дволіток коропа та рослиноїдних риб у полікультурі. Технологічний процес, починаючи від підготовки ставів до зариблення й до вилову риби, мав загальну технологію у дослідних ставах, суттєво відрізнявся метод зариблення. Значення основних показників, що характеризують дослідні стави наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристика основних показників дослідних ставів

Став	Показник			
	площа, га	дата зариблення	рибопосадковий матеріал	щільність посадки, тис. екз/га
№ 1	11	28.03.2022	однорічки	4,1
№ 2	10	04.11.2021	цьоголітки	4,6

При зарибленні у полікультурі використовували такі пропорції: 60% коропа, 20% білого товстолоба і 10% білого амура. Ця структура полікультури вважається прийнятною для лісостепової зони України завдяки досить тривалому вегетаційному періоду (6 міс.) з оптимальною температурою повітря

понад 14°C, яка сприяє інтенсивному розвитку фіто- та зоопланктону, а також зообентосу. Оскільки короп живиться штучними кормами та зообентосом, білий товстолоб – фітопланктоном, а білий амур – вищою водною рослинністю, ці види полікультури не конкурують за їжу між собою.

При зарибленні восени враховувалося, що протягом періоду зимівлі, відповідно до рибоводно-біологічних нормативів, очікувалось відходження 15% цьогорічної риби.

Вода містить різноманітні речовини у розчиненому стані, які впливають на хімічний склад водойми. Фізико-хімічний склад води залежить від умов довкілля та хімічних, біологічних і мікробіологічних процесів, що відбуваються у водному середовищі.

Взаємодія біотичних, абіотичних та антропогенних факторів суттєво впливає на гідрохімічний стан водойми. Це відбувається через введення органічних і специфічних хімічних речовин через добрива, корми та високу щільність посадки риб. Дані чинники призводять до збільшення окисненості води, зменшення водневого показника, добових коливань кисню та змін у фізичних властивостях води.

Температура води має великий вплив на гідрохімічний стан водойм, вона активує багато хімічних процесів. За високих температурах процес окиснення органічних речовин відбувається швидше, це може знизити вміст кисню у воді, що в свою чергу може призвести до масового загибелі риби. У холодній воді окиснення органічних речовин відбувається повільно, що забезпечує високий рівень розчиненого кисню, але риба менш активно споживає корм.

У дослідженні гідрохімічного стану ставів велика увага зосереджувалась на рівні розчиненого кисню у воді, оскільки він залучений в усіх життєво важливих біохімічних процесів риб. Норма для вирощування коропів становить 6-8 мг/дм³, з коливаннями до 4 мг/дм³ та критичним падінням у ранкові години до 2 мг/дм³. Для підвищення рівня розчиненого кисню застосовують такі методи, як підвищення водообміну, вапнування ставів, аерацію води тощо.

Оптимальний рівень окиснюваності для ставів становить 10-15 мг О/дм³, а максимально припустимий – 30 мг О/дм³. Для зниження рівня окиснюваності у водоймі корисно періодично вносити негашене вапно.

Водневий показник має велике значення для біологічних процесів у водоймі, особливо для розвитку гідробіонтів.

Оптимальний рівень рН для багатьох організмів становить від 7,0 до 8,5, прийнятні коливання від 6,5 до 9,5. Вода з кислим рівнем рН (менше 5) негативно впливає на дихання та обмін речовин у риб, що може призвести до неповного засвоєння ними кормів. Сильно лужна вода (рН=9) також має негативний вплив на риб.

Моніторинг гідрохімічного режиму нагульних ставів проводився влітку. Досліджувалися основні показники якості води, такі як температура, вміст розчиненого кисню і рівень рН (таблиця 2).

Аналіз гідрохімічного моніторингу ставів

Став	Місяць	Значення показників		
		температура води, °С	вміст кисню у воді, мгО/дм ³	рН
№ 1	Червень	21,5	4,6	7,3
	Липень	27,8	4,3	7,1
	серпень	25,9	4,2	7,4
	середнє	25	4,4	7,3
№ 2	червень	21,5	4,5	7,2
	Липень	27,8	4,2	7,0
	серпень	25,9	4,1	7,4
	середнє	25	4,3	7,2
Норма		23-29	4-6	7,0-8,5

Як видно, при спостереженні за гідрохімічним станом нагульних ставів зафіксовано майже однакові значення. Різниця в показниках температури, вмісту кисню та рівня рН між місяцями та в середньому протягом літнього періоду була невеликою.

Щоб нормалізувати рівень кисню та рН у воді, корисними можуть бути такі заходи як внесення мінеральних добрив і негашеного вапна, підвищення проточності води, а також багаторазова годівля риби малими порціями протягом дня штучними кормами.

Таким чином, отримані результати вивчення найважливіших фізико-хімічних показників нагульних ставів повністю відповідають рибоводно-біологічним стандартам, прийнятим у прісноводному рибництві. Хімічний склад води експериментальних ставів за головними параметрами був досить сприятливим для вирощування коропа і рослиноїдних риб.

Рибогосподарські показники ставів включають у себе рибопродуктивність, рибопродукцію та кормові витрати. Рибну продуктивність та продукцію вимірюють у вагових одиницях, таких як кілограми, центнери чи тонни на одиницю площі ставу (зазвичай в гектарах) і нормують відповідно до рибогосподарських зон. Витрати корму розраховують через кількість використаного штучного корму на одиницю приросту маси риби.

Рибопродуктивність водойм залежать від комплексу факторів: природно-кліматичних умов, виду, віку та породи риби, використовуваної технології вирощування, інтенсивності господарювання, загальної організації виробництва. Також чинниками, важливими при плануванні технології вирощування риби, є: густота посадки, середня індивідуальна маса риби при посадці та під час вилову, а також виходу риби при вилові.

Рибопродукція визначає загальну масу риби, яка було виловлено з одиниці площі ставу протягом вегетаційного сезону. Рибопродуктивність, з іншого боку, оцінює сумарний приріст маси риби з одиниці площі ставу протягом одного вегетаційного сезону.

Прирости маси риби, що відбуваються за рахунок природних ресурсів водойми протягом вегетаційного сезону, називають природною

рибопродуктивністю. У той час, приріст, який стимулюється штучними кормами, відомий як кормова рибопродуктивність. Обидва ці показники важливі для оцінки виробництва риби та ефективності рибогосподарської діяльності.

Так, рибопродуктивність, яка формується завдяки природній кормовій базі, залежить від декількох факторів. Тривалість вегетаційного сезону, вид риби та її вік, якість води та ґрунту, а також стан та доступність природних ресурсів у водоймах, і активність використання рибою – все це впливає на рівень рибопродуктивності від природної кормової бази.

Рибопродуктивність, отримана шляхом використання штучних кормів, також піддається змінам в залежності від кількох факторів. Вона залежить від якості та кількості штучних кормів, методів підготовки та нормування кормів, технік подачі кормів.

У коропових ставах значна частка, до 50-80%, приросту рибної продукції досягається завдяки використанню штучних кормів. Рибопродуктивні можливості нагульних ставів у лісостеповій зоні складають: для коропа 1400 кг/га, для білого товстолоба – 560 кг/га, а для білого амура – 250 кг/га.

Рибопродуктивність виступає важливим економічним показником виробництва риби. Цей показник розраховується після повного вилову ставків та вимірюється у масі риби на одиницю площі водойми, зазвичай в кілограмах на гектар. Він дає уявлення про кількість риби, яку можна отримати з певної площі ставу та є важливим показником ефективності рибного господарства (таблиця 3).

Таблиця 3

Визначена рибопродуктивність дослідних ставів, кг/га

Вид вирощуваної риби	Дослідний став		± до контролю
	№ 1	№ 2	
Короп	1 127	1 530	403
Білий товстолоб	735	865	130
Білий амур	204	231	27
Сума	2 066	2 626	560

Дослідний став № 2 виявив вищу рибопродуктивність, різниця зі ставом № 1 становила 560 кг/га (21,3%), перевищення рибоводно-біологічних нормативів нагульних ставів для зони лісостепу (2350 кг/га) на 276 кг/га (10,5%). У дослідному ставі № 1 рибопродуктивність була нижчою і не досягла нормативного показника, відзначена різниця становила 284 кг/га (12%).

Так, з урахуванням отриманих результатів, можна стверджувати, що застосування більшої щільності зариблення разом із вимірюванням виходу дворічних риб та їх маси може допомогти досягти рівня рибопродуктивності, відповідного рибоводно-біологічним нормативам. Планування і коригування щільності зариблення можуть сприяти досягненню визначених рибогосподарських цілей.

Висновок. На підставі отриманих результатів можна зробити висновок, що гідрохімічний стан нагульних ставів практично не відрізнявся. Зафіксовані коливання в показниках температури, кисню та рівня рН були несуттєвими як за місяцями, так і в середньому протягом літнього періоду. Всі показники гідрохімічного режиму відповідали технологічним стандартам.

Рибопродуктивність та рибопродукція ставів були визначені середньою індивідуальною масою товарних дволіток, виходом після зимівлі рибопосадкового матеріалу. Найкращі результати були отримані у дослідному ставі № 2, різниця у рибопродуктивності з контрольним ставом склала 560 кг/га (21,3%) у порівнянні з рибоводно-біологічними стандартами для нагульних ставів у зоні лісостепу, які становлять 276 кг/га (12%).

Список використаної літератури

1. Крушельницька О.В., Лобойко Ю.В., Пукало П.Я., Кравець С.І. Навчально-методичний посібник, «Санітарно-гігієнічні дослідження води, ґрунту та корму для риб». Львів, 2020. 44 с.
2. Одарченко М.С., Одарченко А.М., Степанов В.І. та ін. Основи охорони праці: підручник. Харків: Стиль-Издат, 2017. 341 с.
3. Попова О. Л. Статистика та економіка рибного господарства в Україні. *Статистика України*. 2017. № 3. С. 13-19.
4. Спірін А.В., Твердохліб І.В., Борисюк Д.В., Омелянов О.М. Охорона праці в галузі. Практикум. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2015. 127 с.
5. Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. Основи екології та охорони довкілля. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. К.: Центр навчальної літератури, 2006. 394 с.
6. Товсик В.Ф. Рибництво. Навчальний посібник. Харків: Еспада, 2020. 272 с.
7. Halwart M., S. Funge-Smith, J. Moehl. Review of the state of world aquaculture, FAO Fisheries Circular. 2003. 886(2): 47-58.
8. Zivkovic D., Peric V., Perunovic M. Examination of some functional properties of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix* val.) and carp meat. *Journal of Agricultural Sciences*. 2004. Vol. 49, Is.2. P. 193-203.

Вікторія ЗАВАЛА⁶,
студентка 2-го курсу,
факультету технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ВІТАМІННО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВОК В ГОДІВЛІ ТВАРИН

***Анотація.** Використання раціонів, збагачених біологічно активними речовинами, є загальновизнаним шляхом впливу на статеві процеси у тварин.*

Повноцінна годівля створює у тварин певний фон, який необхідний для правильного і чіткого здійснення в організмі корови всіх нервово-рефлекторних процесів.

Дослідженнями доведено, що застосування мінеральних та вітамінних препаратів у тваринництві має суттєвий вплив на обмін речовин та продуктивність тварин. Нами також встановлено, що оптимізація мінерального та вітамінного живлення корів, шляхом використання преміксу «SuperMix CO» забезпечує підвищення молочної продуктивності корів.

***Ключові слова:** премікс, раціон, ЕКО, надій молока, жирність молока.*

***Annotation.** The use of diets enriched with biologically active substances is a generally recognized way of influencing sexual processes in animals.*

Complete feeding creates a certain background in animals, which is necessary for the correct and clear implementation of all neuro-reflex processes in the cow's body.

Studies have proven that the use of mineral and vitamin preparations in animal husbandry has a significant effect on the metabolism and productivity of animals. We have also established that optimizing the mineral and vitamin nutrition of cows by using the "SuperMix CO" premix ensures an increase in milk productivity of cows.

***Key words:** premix, ration, IVF, milk yield, milk fat content.*

***Вступ.** На сучасному етапі економічного розвитку України вітчизняне скотарство повинно бути конкурентоспроможним, рентабельним та забезпечувати продовольчу незалежність країни і базуватись на високопродуктивному поголів'ї тварин, як основному засобі виробництва [5].*

Ефективність галузі молочного скотарства тісно пов'язана з інтенсивністю відтворення стада, яка зумовлюється інтенсивністю використання корів, технологією їх утримання, темпами оновлення стада, організацією осіменіння корів і телиць, збереженням молодняку та використанням цілої низки організаційних заходів.

⁶Науковий керівник: Віта Главатчук кандидат с.-г. наук, старший викладач кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин ВНАУ.

Високі показники продуктивності і відтворенні поголів'я не можна одержати без повноцінної годівлі й оптимальних умов утримання, так як висока концентрація тварин, гіподинамія, негодовля, стресові ситуації та недотримання правил виконання технологічних операцій негативно впливають на фізіологічні процеси організму і найбільше на функціональний стан статевої системи [8].

Прискорення темпів відтворення стада значною мірою досягається регулюванням віку першого парування телиць. Їх статева зрілість настає набагато раніше господарської, яка залежить від розвитку, живої маси й вгодованості, що зумовлюється відповідними умовами годівлі та утримання.

Економічно найбільш доцільно починати використовувати телиць для відтворення стада у віці 16...18 місяців за досягнення живої маси не менше 70...75% від маси повновікової корови з урахуванням розвитку та породності. Використання телиць для відтворення в більш ранньому віці затримує їх ріст і розвиток та може негативно впливати на статеву активність [4].

Раннє осіменіння телиць приводе до важких отелень та народження слабких телят, і негативно впливає на молочну продуктивність корів, особливо в першу лактацію. Важливе значення для відтворення стада мають строки отелень і пов'язане з цим надходження продукції за періодами року. Отже, відтворення поголів'я є однією з основних ланок розвитку молочного скотарства, яка є раціональною силою у вирішенні проблемних питань поліпшення продуктивних якостей тварин і створення високопродуктивних генотипів [1, 3].

Тварини різних порід мають різну відтворювальну здатність, яка по-різному проявляється залежно від природно-кліматичних й господарських умов зони їх розведення. Вивченню відтворювальної здатності корів різних порід присвячені праці багатьох вчених, але стосовно української червоно-рябої молочної породи в умовах господарств, таких досліджень в доступних нам джерелах ми не знайшли, що й спонукало їх проведення.

Тому одним із головних факторів високої продуктивності лактуючих корів є оптимізація білкового та мінерального живлення залежно від структури раціонів та типів годівлі, що склалися на сьогодні. Дієвим варіантом вирішення складного завдання – підвищення молочної продуктивності – є застосування спеціалізованих преміксів для корів, які у своєму складі містять всі необхідні компоненти для ефективного збагачення раціону. Рецептури таких кормових добавок розроблені індивідуально та відповідно до потреб тварин. Премікси дозують до грубих та соковитих кормів, таким чином збагачуючи раціон мінеральними речовинами та вітамінами [6].

Аналіз наукових досліджень свідчить, що при нестачі, надлишку або порушенні співвідношення мікроелементів в організмі корів спочатку порушуються обмінні процеси, потім розвиваються різні захворювання, знижується продуктивність тварин та зменшується термін їх експлуатації. Оптимальний же вміст і співвідношення мікроелементів в тканинах організму зумовлюють стабільний перебіг реакцій обміну речовин, що забезпечує

нормальний стан здоров'я та високу продуктивність.

Доведено, що комплексне введення до раціонів тварин біологічно активних речовин у вигляді преміксів балансує і сприяє підвищенню ефективності використання кормів, у результаті чого зростає продуктивність тварин, стан їх здоров'я і відтворна здатність [2].

Механізм дії преміксів обумовлений наявністю в них вітамінів (А, Д₃, Е, К, С, групи В), мікроелементів (заліза, міді, марганцю, кобальту, йоду, селену), макроелементів (магнію, сірки), антиоксидантів (бутилокситолуол, сантохіну), протимікробних препаратів (кормові антибіотики та ін.) в оптимальних кількостях і співвідношеннях.

Мінеральні сполуки можуть вводитися у склад преміксів та комбікормів в неорганічній та органічній формі. Раніше використовували лише неорганічні форми, такі як оксиди або сульфати, оскільки ці форми дешеві й легкодоступні для придбання. Однак вони мають погану їх у кров. Для максимізації біологічної доступності були створені органічні мінерали, в основі технології виробництва яких лежить процес утворення хелатів. Мікроелементи, зокрема цинк, мідь і марганець, пов'язані з амінокислотами та мають такі самі властивості, що й природні органічні мікроелементи, які містяться у рослинах. Вони абсорбуються ефективніше за неорганічні форми.

Рівень забезпечення худоби мінеральними елементами і вітамінами в господарствах Лісостепової зони України характеризується дефіцитом останніх у водах, ґрунтах, кормах. Тому раціони великої рогатої худоби без включення спеціальних кормових добавок не забезпечують повноцінне мінеральне та вітамінне живлення [7].

Одним із дієвих шляхів ліквідації дефіциту мікроелементів та вітамінів є використання вітамінно-мінеральних преміксів.

Апробація нових видів вітамінно-мінеральних добавок для дійних корів, із урахуванням зонального дефіциту біологічно-активних речовин у раціоні є актуальною, оскільки сприяє інтенсифікації метаболічних процесів в організмі тварин, кращому засвоєнню поживних речовин кормів, підвищує їх трансформацію у продукцію, що забезпечує високий рівень продуктивності при менших витратах корму на одиницю продукції.

Значний інтерес, на наш погляд, представляє вивчення впливу згодовування вітамінно-мінерального преміксу «Supermix Co» на молочну продуктивність і якість молока корів.

Мета статті полягає в визначенні ефективності використання і впливу вітамінно-мінеральної досліджувальної добавки «Supermix Co» на показники молочної продуктивності корів української чорно-рябої молочної породи.

Виклад основного матеріалу. Дослідженнями доведено, що застосування мінеральних та вітамінних препаратів у тваринництві має суттєвий вплив на обмін речовин та продуктивність тварин. Нами також встановлено, що оптимізація мінерального та вітамінного живлення корів, шляхом використання преміксу «SuperMix CO» забезпечує підвищення молочної продуктивності корів.

Дані про продуктивність корів та показники якості молока при згодовуванні вітамінно - мінерально преміксу «SuperMix CO» наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Молочна продуктивність корів з розрахунку на 1 голову, $M \pm t$, $n=10$

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Валовий надій за обліковий період (90 днів) досліду, кг	2277,4±45,49	2412,5±34,65*
Середньодобовий надій молока натуральної жирності, кг	25,3±0,43	26,8±0,36*
Масова частка жиру, %	3,64±0,04	3,69±0,03
Масова частка білку, %	3,12±0,05	3,19±0,06
Удій молока за 90 днів облікового періоду у перерахунку на молоко 4,0 %-ї жирності, кг	2072,4 ± 43,18	2225,5 ± 13,42*
Середньодобовий надій молока 4%-ї жирності, кг	23,02 ± 0,41	24,73 ± 0,35*

Надій молока корів дослідної групи за 90 днів основного періоду досліду при натуральній жирності склав 2412,5 кг, що більше порівняно з продуктивністю корів контрольної групи на 135 кг, що становить 5,9 %.

Середньодобовий надій корів дослідної групи збільшився за згодовування вітамінно-мінерального преміксу «SuperMix CO» на 1,5 кг ($P < 0,05$). Частка жиру та білку в молоці збільшилась на 0,05 та 0,07 %, однак різниці невірогідна.

У перерахунку на 4,0%-ве молоко, корови дослідної групи перевершували своїх аналогів з контрольної групи за валовим надоем на 153,1 кг, та за середньодобовим надоем – на 1,71 кг, що становить 7,4 % відносно контролю ($P < 0,05$).

Кількість отриманого молочного жиру за 90 днів лактації була вищою у тварин дослідної групи на 6,12 або ж 7,38 %. За кількістю отриманого молочного білка тварин контрольної групи перевершували корови дослідної групи на 5,9 кг та 8,3 % .

Хімічний склад молока корів дослідних груп представлений в таблиці 2.

Таблиця 2

Хімічний склад молока та показники якості молока, $M \pm m$, $n=10$

Показник	Група	
	Контрольна	Дослідна
Енергетична цінність, МДж	2,85±0,07	2,87±0,06
Густина А	29,15±0,37	29,40±0,35
Кислотність, °Т	17,4±0,02	17,6±0,03
СЗМЗ, %	8,85±0,10	8,91±0,10
Суша речовина, %	12,67±0,19	12,78±0,18
Лактоза, %	4,60±0,05	4,64±0,05
Зола %	0,69±0,03	0,71 ±0,03
Кальцій, г	1,25±0,01	1,26±0,02
Фосфор, г	1,03±0,03	1,04±0,02

За даними таблиці 2, вища енергетична цінність молока відзначена у корів дослідної групи. Її показник перевищує контрольну групу на 0,7 %. Густина молока залежить від температури і вмісту в ньому складових частин. Даний показник в молоці піддослідних тварин суттєво не відрізнявся і був в межах 29,15-29,40 А.

Суша речовина молока включає всі компоненти, що визначають його поживні та технологічні властивості. Вміст сухої речовини в молоці корів дослідної групи був на 0,9 % більшим, ніж у тварин контрольної групи. Частка сухого молочного знежиреного залишку так само більша в дослідній групі в порівнянні з контролем на 0,7 %.

Фізіологічне значення молочного цукру велике. Він входить в склад ферментів-ензимів, що беруть участь в синтезі білків, жирів, вітамінів, і необхідний для нормального внутрішньоклітинного обміну. Рівень лактози в молоці корів 2 дослідної групи склав 4,64 %, що на 0,90 % більше, ніж у контрольній. Введення вітамінно-мінерального преміксу «SuperMix CO» у кількості 50 г до складу раціону дослідної групи, порівняно з використанням монокальційфосфату у раціоні контрольної групи, дозволило збалансувати мінерально-вітамінний склад раціону.

Кальцій і фосфор молока мають велике значення в технологічних процесах при виробництві молочних продуктів, беруть участь в життєво важливих процесах організму тварин і людини. Вони, як і інші компоненти молока, стабілізують колоїдний стан білків молока, що впливає на його термостійкість, і визначає харчову цінність молочних продуктів. Зміни вмісту кальцію в молоці залежать від багатьох факторів: годівлі тварин, породи і ін.

Вміст кальцію був вищим у молоці корів дослідної групи на 0,8% , порівняно з коровами контрольної групи. За змістом фосфору найбільш цінним було молоко корів дослідної групи, у тварин контрольної групи його менше на 1,0%.

За показниками титрованої кислотності і густини молоко корів обох груп відповідає вимогам 1 класу, відхилень між групами не зафіксовано.

Важливим показником при оцінці ефективності використання поживних речовин кормів є затрати поживних речовин на виробництво молока (табл. 3).

Таблиця 3

Затрати поживних речовин на 1 кг молока

Показники	Група	
	контрольна	дослідна
Отримано молока за основний період досліду, кг	2277,4±45,49	2412,5±34,65*
Витрачено кормів на виробництво молока:		
енергетичних кормових одиниць (ЕКО)	1801,8	1804,5
перетравного протеїну, кг	164,73	165,08
Витрати кормів на 1 кг молока:		
ЕКО	0,79	0,75
перетравного протеїну, г	72,3	68,4

Таким чином вищу оплату корму мали корови дослідної групи. З розрахунку на 1 кг надоєного молока ними витрачено 0,75 ЕКО, що нижче ніж у контрольної групи на 5,1 %, а по перетравному протеїну – на 3,9 г або ж 5,4 %.

Підводячи підсумки результатів досліджень молочної продуктивності піддослідних корів, можна відзначити, що мінерально-вітамінний премікс, введений до складу раціону корів замість монокальційфосфату сприяє нормалізації мінерально-вітамінного живлення, наслідком чого є підвищення надою у тварин дослідної групи.

Висновок. На підставі отриманих результатів можна зробити висновок, що додавання до раціону дійних корів вітамінно-мінерального преміксу «SuperMix CO», позитивно впливає на рівень молочної продуктивності, хімічний склад молока, прояв відтворних функцій, що підтверджує доцільність його використання в годівлі корів української чорно-рябої молочної породи.

Список використаної літератури

1. Журавель Д. П., Болтянський Б. В., Скляр Р. В., Болтянська Н. І. Підвищення ефективності функціонування молочно-товарної ферми на прикладі ПП «Могучий» Мелітопольського району Запорізької області. *Тваринництво*

сьогодні. 2021. №3. С.18-29.

2. Єфімов В.Г., Завріна С.В., Масюк Д.М., Кулик К.А. Особливості мінерального живлення корів. *Корми і факти*. 2016. №5 (69). С.22-26.

3. Скоромна О.І. Оцінка високобілкових кормів у продукції молока. *Корми і кормовиробництво*. 2020. Вип. 90. С. 157-168.

4. Скоромна О.І. Вплив сирії клітковини в кормах на молочну продуктивність корів. *Аграрна наука та харчові технології*. 2018. Вип. 3 (102). - С. 11-22.

5. Подобєд Л. Оптимальна годівля молочних корів восени — запорука високих надоїв навесні. *Пропозиція*. 2016. Режим доступу: <https://propozitsiya.com/ua/optimalna-godivlya-molochnih-koriv-voseni-zapорука-visokih-nadoyiv-navesni>.

6. Фаріонік Т.В. Вплив вітамінно-мінерального живлення на продуктивність корів і якість молока. *Slovak international scientific journal*. - Bratislava, 2020. № 40. Vol. 1. P. 48-55.

7. Яремчук О.С. Вдосконалення елементів технології виробництва молока та контроль мікроклімату на фермах малої потужності. *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal)*. - 2019. - № 11 (51). - S. 14-24.

8. Syrovatko, K. M. Influence of feed factors on on com productivity cows. *Sciences of Europe*. 2021. V. 1, N. 65. 3-9.

Марія ГЕРИНЕЦЬ⁷,
Студента 3-го курсу,
Факультету технології виробництва
переробки та робототехніки в тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ ТРИВАЛОСТІ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПЕРІОДІВ У КОРІВ НА РЕПРОДУКТИВНІ ЯКОСТІ І ЇХ МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ

Анотація. Відтворювальна функція корів складається з різних взаємозалежних параметрів, таких як вік господарської зрілості, регулярність настання тічки, кількість отелень, заплідненість корів від першого запліднення та інших факторів. Кожен з цих параметрів формується під впливом генетичних особливостей під впливом конкретних умов навколишнього середовища. Збільшення тривалості сухостійного періоду до 90 днів (як у

⁷Науковий керівник: Тетяна Голубенко, кандидат с.-г. наук, доцент кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва.

третьої групі) негативно вплинуло на молочну продуктивність в порівнянні з тваринами, які мали коротший сухостійний період, як у другій групі. Фактичний удій у корів першої групи склав 5118 кг молока, в другій групі був на 688 кг менший, а в третій групі на 567 кг більший. Удій на корову в третій групі був нижчим на 124 кг. Час прояву першого статевого циклу після отелу в залежності від тривалості фізіологічних періодів було неоднаковим.

Ключові слова: відтворення, сервіс-період, осіменіння, лактація, середньодобовий удій, сухостійний період, індекс осіменіння.

Annotation. The reproductive function of cows consists of various interdependent parameters, such as the age of economic maturity, the regularity of the onset of estrus, the number of calvings, the fertility of cows from the first insemination and other factors. Each of these parameters is formed under the influence of genetic characteristics under the influence of specific environmental conditions. An increase in the duration of the dry period up to 90 days (as in the third group) had a negative effect on milk productivity compared to animals that had a shorter dry period, as in the second group. The actual yield of cows in the first group amounted to 5118 kg of milk, in the second group it was 688 kg less, and in the third group it was 567 kg more. The yield per cow in the third group was lower by 124 kg. The time of manifestation of the first sexual cycle after calving, depending on the duration of physiological periods, was different.

Key words: reproduction, service period, insemination, lactation, average daily milk yield, dry period, insemination index.

Вступ. Відтворення великої рогатої худоби – одна із тих проблем, яка в міру спеціалізації і концентрації тваринництва стає все більш актуальною. Зменшення тривалості господарського використання тварин унаслідок їх індустріалізації призвело до зниження виходу телят на 100 корів. Враховуючи це, результативність молочного скотарства залежить від плодючості корів, і наявність ялових корів негативно впливає на дохід господарства. Отже, досягнення максимально можливого прибутку і раціонального управління молочним скотарством обумовлено розумінням зв'язку між показниками молочної продуктивності та показниками відтворювальної здатності [1, 2, 5].

Незбалансованість раціонів, недостатньо якісна годівля тварин, а також низька якість кормів представляють основні причини порушень обміну речовин у худоби. Ці порушення проявляються у вигляді збільшення яловості, народження слабких телят, зменшення живої маси і продуктивності тварин, а також погіршення якості молока, що може привести до передчасного вибракування тварин [3, 6, 9].

Ступінь інтенсивності росту і розвитку ремонтного молодняка має значний вплив на вік першого осіменіння тварин і в подальшому на їх продуктивність і племінні цінності. Існує стійкий взаємозв'язок між живою масою в період першого отелення і продуктивністю в першу лактацію. Недорозвинені первістки будуть споживати меншу кількість кормів для виробництва генетично обумовленої продуктивності і довше рости до бажаної живої маси [4, 10].

Відтворювальна функція корів складається з різних взаємозалежних параметрів, таких як вік господарської зрілості, регулярність настання тічки, кількість отелень, заплідненість корів від першого запліднення та інших факторів. Кожен з цих параметрів формується під впливом генетичних особливостей під впливом конкретних умов навколишнього середовища [7, 8].

Мета статті полягає в вивченні впливу тривалості фізіологічних періодів у корів на репродуктивні якості і їх молочну продуктивність.

Виклад основного матеріалу. Для вивчення впливу фізіологічних періодів на репродуктивні та продуктивні показники корів, дослідники провели дослідження на тваринах, аналогічних тим, які мали молочну продуктивність у другому періоді лактації в діапазоні від 5000 до 6000 кг молока. Для цього було створено три групи тварин із наступними показниками: перша група мала тривалість сервіс-періоду 138,7 днів, сухостійний період тривав 59,5 днів, а тривалість лактації становила 360,8 днів; друга група мала тривалість сервіс-періоду 113,9 днів, сухостійний період тривав 81,1 днів, а тривалість лактації склала 312,5 днів; третя група мала тривалість сервіс-періоду 114,0 днів, сухостійний період тривав 89,3 днів, а тривалість лактації становила 305,1 днів.

Час прояву першого статевого циклу після отелу в залежності від тривалості фізіологічних періодів було неоднаковим. У корів першої групи, які мали подовжений сервіс-період та тривалу лактацію, але короткий сухостійний період, перший статевий цикл спостерігали на 32,7 день після отелу. У другій та третій групах цей показник відповідно становив 25,3 та 24,1 день. Різниця між цими показниками становила 7,4 та 8,6 днів відповідно (табл. 1).

Ефективність осіменіння корів залежно від групи тварин різнилася. Так, в першій групі заплідненість корів на початку осіменіння становила 40%, в другій і третій групах цей показник був вищий на 20% і 30% відповідно.

Таблиця 1

Репродуктивні якості корів третього отелу залежно від тривалості фізіологічних періодів

Показник	Група тварин		
	1	2	3
Прояв 1 статевого циклу після отелення, днів	32,7±6,27	25,3±3,05	24,1±2,83
Запліднилися після:			
першого осіменіння	40,0	60,0	70,0
другого осіменіння	20,0	30,0	20,0
третього осіменіння	10,0	10,0	10,0
четвертого осіменіння	10,0	-	-
Індекс осіменіння	2,3	1,5	1,4
Інтервал між статевими циклами, днів	27,3±2,51	23,8±2,24	23,1±2,90
Тривалість сервіс-періоду, днів	128,4±8,12	115,2±2,58	114,3±2,25

Після четвертого парування, 80% корів у першій групі було запліднено, а інші 20% залишилися незаплідненими і запліднилися лише після 5-6 парувань.

Тварини другої та третьої групи всі запліднилися (на 100%) після трьох осіменінь.

Інтервали між статевими циклами в тварин різнилися між групами. У першій групі цей інтервал становив 27,3 дні, тоді як у другій і третій групах він був коротшим на 3,5 і 4,2 дні відповідно, але все ж залишався в нормальних межах (18-24 дні). Згодом, тривалість сервіс-періоду в першій групі тварин склала 128,4 дня, що на 13,2 і 14,1 дня довше, ніж у другій і третій групах відповідно. Важливо зазначити, що тривалість сервіс-періоду пов'язана із рівнем молочної продуктивності, як показано в першому та другому етапах дослідження.

Таким чином, тварини з продуктивністю 6000-7000 кг молока, мали в середньому 135 днів сервіс-періоду, в той час як тварини, які мають 5000-6000 кг, мали середню тривалість 119 днів. З цими результатами можна зробити висновок, що зі збільшенням продуктивності тварин тривалість сервіс-періоду також збільшується.

Інтенсифікація молочногo скотарства базується на раціональному використанні корів з метою досягнення максимальних надоїв в кожній лактації. Забезпечення максимального прибутку від молочногo скотарства в сільськогосподарському господарстві частково залежить від розуміння взаємозв'язків між показниками молочної продуктивності та показниками відтворювальної здатності.

Це пояснюється тим, що оптимізація відтворювальних якостей корів сприяє більш повному використанню генетичного потенціалу. Швидкість відтворення та молочна продуктивність корів в значній мірі залежать від тривалості сухостійного, сервіс- і міжотельного періодів.

За результатами проведених досліджень було встановлено, що тривалість фізіологічних періодів має вплив на молочну продуктивність корів у господарстві. Наприклад, у першій групі тривалість лактації становила 354,2 дня. У другій групі, завдяки подовженню тривалості сухостійного та сервіс-періодів, вона була на 29,7 днів менше, ніж в першій групі, але на 12,3 дня більше, ніж в третій групі (табл. 2).

Таблиця 2

Залежність молочної продуктивності та якості молока від тривалості лактації

Показник	Група		
	перша	друга	третья
Тривалість лактації, днів	354,2±2,3	324,5±2,8	312,2±1,7
Удій за лактацію, кг	5118±120,4	5806±105,1	5682±108,3
Середньодобовий удій, кг	14,4	17,9	18,2
Удій за 305 днів лактації, кг	4724±111,7	5711±123,2	5624±107,4
Вміст жиру в молоці, %	4,0±0,02	4,01±0,01	4,03±0,02
Вміст білка в молоці, %	3,09±0,02	3,08±0,03	3,09±0,04
Кількість молока базисної жирності, кг	6021	6848	6686
Кількість молочногo жиру, кг	204,7	232,8	228,9
Швидкість молоковіддачі, кг/хв	1,8±0,12	2,0±0,11	1,9±0,14

Проте, важливо відзначити, що збільшення тривалості сухостійного періоду до 90 днів (як у третій групі) негативно вплинуло на молочну продуктивність в порівнянні з тваринами, які мали коротший сухостійний період, як у другій групі. Фактичний удій у корів першої групи склав 5118 кг молока, в другій групі був на 688 кг менший, а в третій групі на 567 кг більший. Удій на корову в третій групі був нижчим на 124 кг.

Середньодобовий удій за лактацію становив 14,4 кг молока в першій групі, а в другій і третій групах був вищим на 3,5 і 3,8 кг відповідно.

Вміст жиру в молоці в тварин розрізнявся і був в межах від 4,0% до 4,3%. Вміст білка був практично однаковим і становив 3,08-3,09%. За кількістю молочного жиру тварини другої і третьої груп перевершували корів першої групи на 28,1 і 24,2 кг відповідно.

Найвища швидкість молоковіддачі була у корів другої групи (2,0 кг/хв), у першій і третій на 0,2 і 0,1 кг/хв менша.

Отже, результати досліджень вказують на те, що оптимізація відтворювальної здатності корів та рівня молочної продуктивності можлива шляхом регулювання тривалості фізіологічних періодів, що дозволяє досягти більших надоїв.

Для корів української чорно-рябої молочної породи з надоєм від 5500 до 6000 кг молока оптимальними параметрами фізіологічних періодів є тривалість сервіс-періоду 113 днів; тривалість сухоостою 81 день, що сприяє збільшенню продуктивності в порівнянні з тваринами, які мали меншу або більшу тривалість фізіологічних періодів.

У першій групі корів із виробництвом 6000-6500 кг молока, заплідненість від першого осіменіння становила 20,0%, і цей показник був вищим у порівнянні з високопродуктивними тваринами другої групи, які давали 6500-7000 кг молока (табл. 3).

У групі корів із виробництвом молока на рівні 6000-6500 кг, 86,6% х тварин запліднилися, тоді як у високопродуктивних корів другої групи цей показник становив 93,3%. Різниця між цими двома групами становила 6,6 п.п.

Таблиця 3

Відтворювальна здатність корів в залежності від рівня молочної продуктивності (після другого отелення)

Група тварин	Група корів з продуктивністю			
	перша – 6000-6500 кг		друга – 6500-7000 кг	
	гол.	%	гол.	%
Запліднилися після:				
першого осіменіння	7	46,6	4	26,6
другого осіменіння	5	33,3	6	40,0
наступних осіменінь	2	13,3	3	20,0
Всього запліднилося	14	93,3	13	86,6
Тривалість сервіс-періоду, днів	122,8±10,27		148,5±12,31	
Індекс осіменіння	2,9		3,2	

Сервіс-період корів у першій групі був коротшим на 25,7 днів, ніж у другій групі. Відповідно, індекс осіменіння в групі корів із виробництвом 6000-6500 кг був на 0,3 нижче. Таким чином, важливо відзначити, що рівень молочної продуктивності корів має значний вплив на якість та кількість молока.

Висновок. На підставі отриманих результатів можна зробити висновок, що збільшення тривалості сухостійного періоду до 90 днів (як у третій групі) негативно вплинуло на молочну продуктивність в порівнянні з тваринами, які мали коротший сухостійний період, як у другій групі. Фактичний удій у корів першої групи склав 5118 кг молока, в другій групі був на 688 кг менший, а в третій групі на 567 кг більший. Удій на корову в третій групі був нижчим на 124 кг. Час прояву першого статевого циклу після отелу в залежності від тривалості фізіологічних періодів було неоднаковим. У корів першої групи, які мали подовжений сервіс-період та тривалу лактацію, але короткий сухостійний період, перший статевий цикл спостерігали на 32,7 день після отелу. У другій та третій групах цей показник відповідно становив 25,3 та 24,1 день. Сервіс-період корів у першій групі був коротшим на 25,7 днів, ніж у другій групі. Відповідно, індекс осіменіння в групі корів із виробництвом 6000-6500 кг був на 0,3 нижче.

Список використаної літератури

1. Боднар П.В., Щербатий З.Є. Вплив матерів на молочну продуктивність дочок української чорно-рябої молочної породи. Зоотехнічна наука: історія, проблеми, перспективи. Матер. V міжнар. науково- практ. конфер. Кам'янець-Подільський, 2015. С. 75–76.
2. Ведмеденко О.В. Молочна продуктивність корів залежно від різних факторів. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 107. С. 199-204.
3. Войтенко С. Л., Карунна Т. І., Шаферівський Б. С., Желізняк І. М. Вплив генотипових та паратипових факторів на реалізацію молочної продуктивності корів. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2019. Вип. 1-2 (36-37). С. 21-26.
4. Разанова О.П. Молочна продуктивність і племінна цінність корів української чорно-рябої молочної породи різних ліній племрепродуктора Вінниччини. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. № 4 (107), т. 2. С. 93-104.
5. Разанова О.П. Продуктивність і племінна цінність корів української чорно-рябої молочної породи різних ліній племрепродуктора Вінниччини. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. № 4 (107). Т.2 .С. 93-104.
6. Салогуб А.М. Вплив генотипових та паратипових чинників на ознаки молочної продуктивності корів української червоно-рябої молочної породи. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво*. 2019. Вип. 3(38). С. 37-40.
7. Скоромна О.І., Разанова О.П., Поліщук Т.В., Шевчук Т. В., Берник І.М., Паладійчук О.Р. Науково обґрунтовані заходи підвищення продуктивності корів молочного напрямку та покращення якості сировини в умовах виробництва: Монографія. ВНАУ, 2020. 174 с.

8. Скоромна О.І., Разанова О.П., Поліщук Т.В., Шевчук Т. В., Паладійчук О.Р., Берник І.М. Розробка науково обґрунтованих заходів підвищення продуктивності корів молочного напрямку та покращення якості сировини за рахунок інновацій та досліджень в умовах виробництва: Монографія. ВНАУ, 2020. 174 с.

9. Golubenko T., Razanova O. Optimizing the use of protein in the young cattle body. *Știința agricolă*. 2022. № 1. С. 143-152.

10. Heinrichs A. J., Heinrichs B. S. Prospective study of calf factors affecting first-lactation and lifetime milk production and age of cows when removed from the herd. *J. Dairy Sci.*, 2011, vol. 94, pp. 336–341.

Анна КОВЧУК⁸,
Студента 1-го курсу,
Факультету технології виробництва
переробки та робототехніки в тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНИХ УМОВ УТРИМАННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ МОЛОЧНОЇ ХУДОБИ

Анотація. *Інтенсивний розвиток галузі молочного скотарства та переведення її на промислову основу змінили вимоги до тварин, рівня та характеру їхньої продуктивності. Реалізація генетичного продуктивного потенціалу залежить від гігієни утримання та адаптації організму до факторів середовища. Факторами, що визначають здоров'я корів, є температура та вологість повітря, концентрація в приміщенні вуглецю та сірководню. Вони мають пряме значення при респіраторних хворобах та зниженні продуктивного потенціалу. Спосіб утримання мав більший вплив на показники молочної продуктивності корів. Різниця між надоями залежно від сезону отелення та способу утримання була на користь прив'язного утримання та отелення корів у зимові місяці. Вищу продуктивність мали корови зимового отелу. Інтенсивність роздою корів при прив'язному утриманні вища.*

Ключові слова: *вологість повітря, концентрація вуглецю, прив'язне утримання, безприв'язне утримання, середньомісячний надій, інтенсивність роздою, освітленість.*

Annotation. *The intensive development of the dairy industry and its transfer to an industrial basis have changed the requirements for animals, the level and nature of their productivity. The realization of genetic productive potential depends on the*

⁸Науковий керівник: Тетяна Голубенко, кандидат с.-г. наук, доцент кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва ВНАУ.

hygiene of maintenance and adaptation of the organism to environmental factors. The factors that determine the health of cows are the temperature and humidity of the air, the concentration of carbon and hydrogen sulfide in the room. They are of direct importance in respiratory diseases and reduced productivity. The method of keeping had a greater influence on the indicators of milk productivity of cows. The difference in milk yield by season of calving and housing method was in favor of tethered housing and calving cows in the winter months. Winter calving cows had higher productivity. The intensity of distribution of cows is higher when tethered.

Key words: *air humidity, carbon concentration, tethered housing, untethered housing, average monthly hope, distribution intensity, illumination.*

Вступ. Проблема збільшення виробництва продуктів тваринництва в нашій країні залишається однією з першочергових задач агропромислового комплексу. Інтенсивні технології дозволяють повніше реалізувати можливість підвищення рентабельності виробництва. У цей же час слід відзначити, що при таких технологіях адаптивні, продуктивні та репродуктивні можливості тварин реалізуються неповністю. Причиною цього є велика концентрація тварин на малих майданчиках і цілорічне стійлове утримання [7].

За даними ряду учених продуктивність тварин на 60% залежить від годівлі, на 25-30% від зоогігієнічних умов і на 20% – від генетичних факторів. При цьому максимальна віддача може бути отримана лише в тому випадку, якщо всі вищеназвані технологічні процеси діють злагоджено, ритмічно і безперервно. Для одержання молока високої якості потрібно не тільки правильно годувати тварин, а й дотримуватись санітарно-гігієнічних умов на фермах [7, 8].

Зважаючи на необхідність нарощування виробництва молока, як одного із основних видів продукції тваринництва, слід вибрати найбільш енергозберігаючу технологію, яка забезпечить комфортні умови утримання тварин та прояв їх генетичного потенціалу, особливо за молочною продуктивністю. Серед параметрів, що впливають на молочну продуктивність та характер лактаційної діяльності корів, важливе місце займають умови утримання корів та сезон отелення. Умови утримання тварин є ключовим фактором технологічних рішень при виробництві молока, визначають стан здоров'я тварин, тривалість виробничого використання, забезпеченість приміщеннями, організацію годівлі, доїння та інші виробничі процеси

Мета статті полягає в дослідженні впливу санітарно-гігієнічних умов утримання на продуктивність молочної худоби.

Виклад основного матеріалу. молочної породи, які формували за принципом аналогів. Тварин у групи формували за способом утримання: перша група – прив'язне утримання, друга група – безприв'язне утримання.

При прив'язному способі утримання доїння корів проводили у стійлах у молокопровод, при безприв'язному – у доїльному залі на установці типу «Ялинка».

Для характеристики лактаційної діяльності корів при прив'язному та

безприв'язному утриманні досліджено молочну продуктивність корів: удій за лактацію, масова частка жиру та білка в молоці, кількість молочного жиру та білка. Вивчали роздій корів за лактаціями та за місяцями лактації. Визначали лактаційну криву за місяцями 1-ї лактації.

Відтворювальні якості корів оцінювали за живою масою та віком при першому плідному заплідненні та отелі корів; тривалості сервіс-, сухостійного та міжотельного періодів, виходу телят на 100 корів.

Надої молока у корів обраховували шляхом проведення контрольних надоїв індивідуально два рази в місяць. Потім за отриманими контрольними даними вираховували удій по місяцях лактації і за лактацію. Один раз в місяць визначали вміст жиру і білка в молоці на приладі «Екомілк». Проби молока для визначення хімічного складу брали пропорційно удою протягом доби.

Для визначення економічної ефективності враховували дані річного виробництва молока, витрати праці і кормів, собівартість 1 ц молока і прибуток від реалізації.

При вивченні температури у корівниках за різних способів утримання спостерігалось різке підвищення у приміщенні, де корів утримували безприв'язно – до 27,3-27,4 °С і значно нижчі показники в осінньо-зимові місяці – від 9,4 до 8,2 °С (рис. 1).

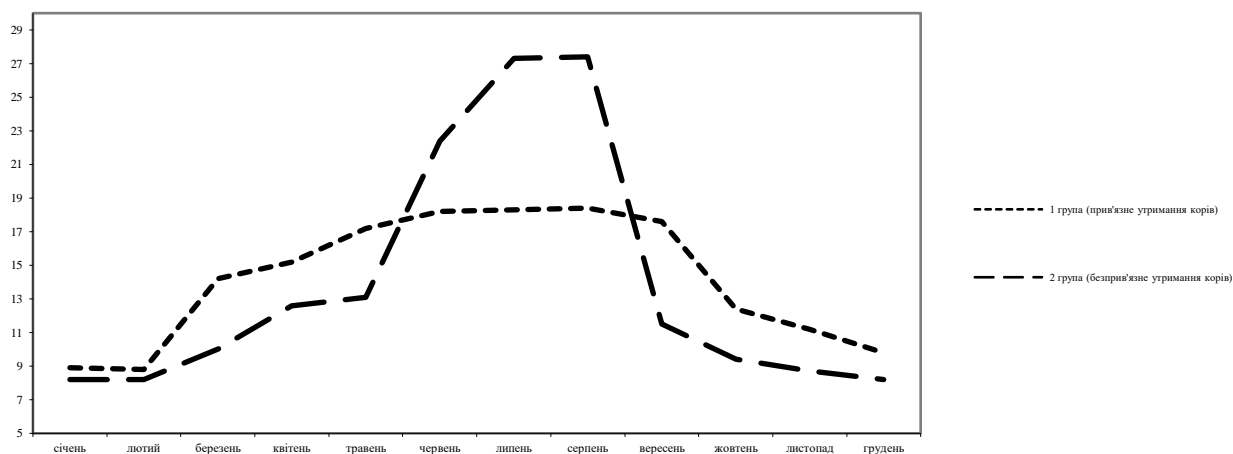


Рис. 1. Динаміка температури у корівнику за різних способів утримання

Значний вплив на формування мікроклімату у корівниках мав сезон року (рис. 2).

Середня температура повітря у корівниках за прив'язного способу утримання була меншою на 1,3 °С. Відносна вологість повітря нижча була за безприв'язного способу утримання – на 8,4%. Освітленість краща була також у приміщеннях, де корів утримували безприв'язно, з різницею 7,4 лк порівняно з прив'язним способом.

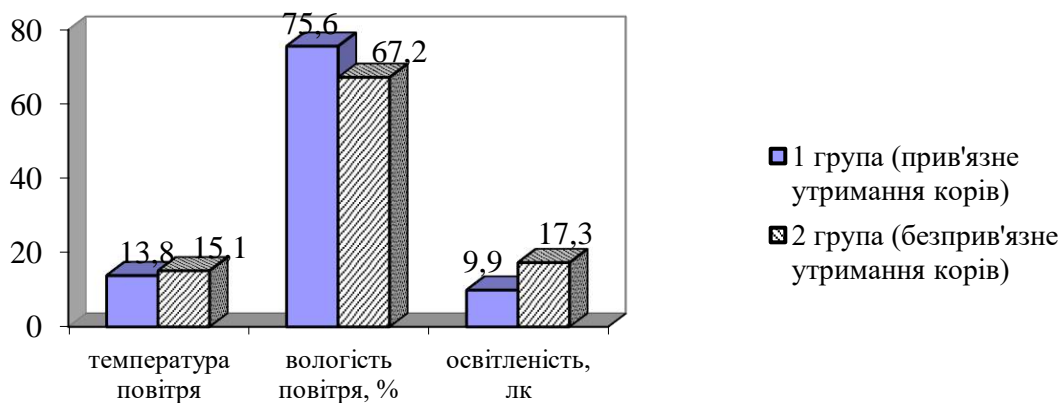


Рис. 2. Показники мікроклімату у корівниках за різних способів утримання

Головним показником, що характеризує лактаційну діяльність корів, є динаміка надою за місяцями лактації. Як правило, надій корів збільшується до 2-3 місяців лактації, після чого стабілізується і з 6 місяця починає знижуватися. Динаміка середньомісячного надою корів досліджуваних груп наведена на рисунку 3.

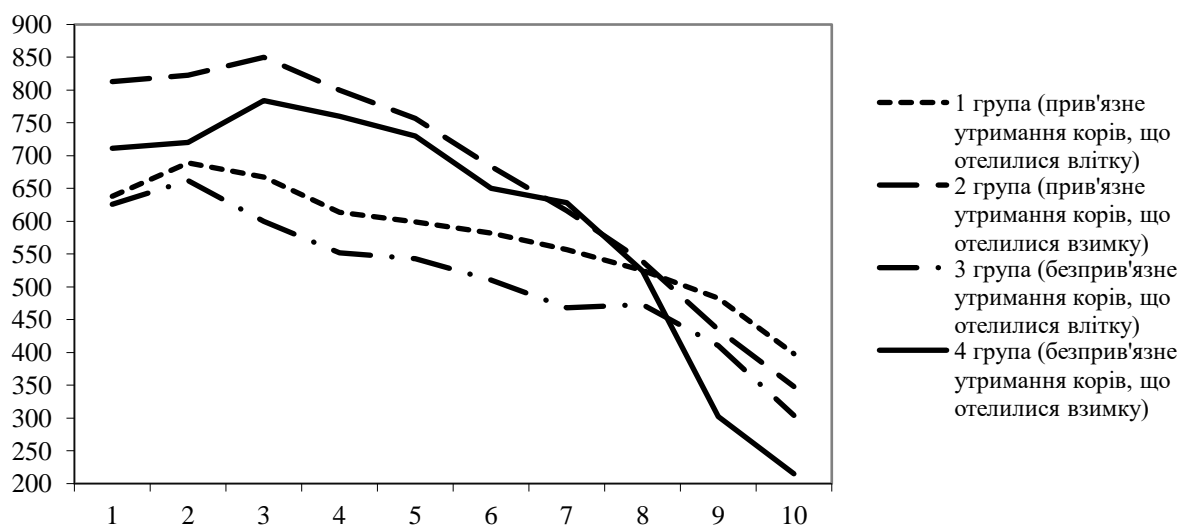


Рис. 3. Динаміка середньомісячного надою корів-первісток за 305 днів лактації

При прив'язному і безприв'язному утриманні мали вищу продуктивність корови, що отелилися у зимовий період. Максимальні надої у корів отримано на третьому місяці лактації. Вищі показники мали корови, що утримували на прив'язі (друга група) – 850 кг, що більше проти тваринами четвертої групи (безприв'язне утримання) на 66 кг (8,4 %). Від корів, що отелилися в літні місяці, вища продуктивність була отримана на другому місяці лактації – 689 кг у першій групі та 850 кг – у другій групі.

Загалом динаміка надоїв по місяцях лактації у корів піддослідних груп подібна. Вищі показники продуктивності мають корови, що утримувалися прив'язно. Помітний вплив на молочну продуктивність корів мав сезон отелення. Найкраще роздоювалися і мали відповідно вищі показники корови,

що отелилися у зимові місяці. За другий місяць лактації надій на корову, що телилися у зимові місяці були вищими порівняно з показниками корів, що отелилися влітку, на 19,4%, третій – на 27,4%, четвертий – на 30,2%, п'ятий – на 26,3%, шостий – на 17,5%, сьомий – на 10,6%. За восьмий місяць надої у корів піддослідних груп майже вирівнялися і різниця між групами становила 2,6%, дев'ятий – нижчими на 9,9% і десятий місяць – також меншими – на 12,5%.

При безприв'язному утримання залежно від сезону отелення прослідковується аналогічна різниця між показниками на користь корів, що отелилися у зимові місяці. За другий місяць перевага становила 8,7%, третій – 30,6%, четвертий – 37,6%, п'ятий – 34,4%, шостий – 27,4%, сьомий – 34,1%, восьмий – 10,7%. На дев'ятий-десятий місяць надої у корів четвертої групи були нижчими на 26,3 і 29,2% відповідно.

Отже, спосіб утримання мав більший вплив на показники молочної продуктивності корів. Різниця між надоями залежно від сезону отелення та способу утримання була на користь прив'язного утримання та отелення корів у зимові місяці. У цій групі за лактацію надоєно 6665 кг молока, що більше порівняно з першою групою на 15,8%, третьою – на 29,4% і четвертою – на 10,6%.

Для характеристики лактаційної кривої нами було визначено динаміку надою за місяцями лактації у відсотках від надою за 305 днів лактації (рис. 4).

Тварини всіх груп характеризуються високою стійкою лактаційною діяльністю. Вищі показники за перших три місяці лактації у корів, що отелилися в зимові місяці року – 11,8-13% від надою на корову за 305 днів лактації. При цьому спосіб утримання значного впливу на даний показник не мав. У корів, які утримувалися безприв'язно за зимових і літніх отелів, пік надоїв припадав на третій місяць лактації (12,8 і 13,0% відповідно до надою за лактацію). У корів, що утримувалися прив'язно, максимальний надій був отриманий при зимових отелах на другому місяці лактації (12,9% до надою за лактацію), а при літніх отелах – на другому місяці (12,0%).

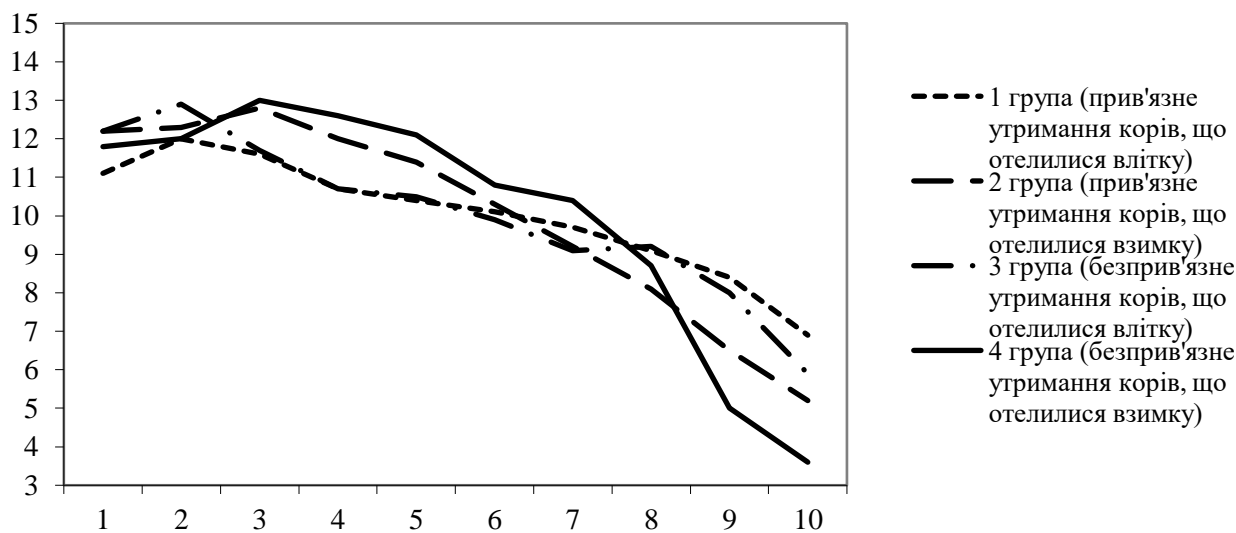


Рис. 4. Надої по місяцях лактації у % від надою за 305 днів лактації

Таким чином, прив'язний спосіб утримання корів більшою мірою відповідає фізіологічним потребам тварин та сприяє реалізації продуктивного потенціалу за надоєм. Певний вплив на молочну продуктивність та лактаційну діяльність має також сезон отелення корів.

На динаміку молочної продуктивності корів з віком серед ряду факторів впливають й умови утримання та експлуатації корів. Як правило, надої до 5-6 лактації зростають, а потім поступово знижуються. У дослідженнях ця закономірність загалом підтверджується. При прив'язному утриманні надої збільшилися до 6-ї лактації і трималися на досить високому рівні по 7-8 лактаціях, потім знижувалися. Надої корів цієї групи збільшилися порівняно з 1-ю лактацією: за другу лактацію на 8,2%, третю – на 17,1%, четверту – на 20,4%, п'яту – на 21,3%, шосту – на 26,1%, сьому – на 19,9%, восьму – на 18,9%, дев'яту – на 9,1%. У групі корів, яких утримували безприв'язно, надій на корову склала відповідно за зазначені вікові лактації: за другу – на 9,3%, третю – на 12,2%, четверту – на 13,3%, п'яту – на 13,9%, шосту – на 16,2%, сьому – на 17,7%, восьму – на 19,8% (табл. 1).

Слід зазначити, що з дев'ятої лактації у першій групі корів за 305 днів лактації було отримано 4672 кг молока, що становить 84% від продуктивності за першу лактацію. У другій групі тривалість використання корів менша, до 8 лактації.

Таблиця 1

Вікова динаміка молочної продуктивності корів за різних способів утримання

Лактація	Спосіб утримання корів					
	прив'язне			безприв'язне		
	надій, кг	вміст жиру, %	кількість молочного жиру, кг	надій, кг	вміст жиру, %	кількість молочного жиру, кг
1	5558	3,82	212,3	5379	3,73	200,6
2	6012	3,82	229,7	5883	3,75	220,6
3	6511	3,83	249,4	6038	3,77	227,6
4	6693	3,82	255,7	6095	3,80	231,6
5	6745	3,81	257,0	6126	3,82	234,0
6	7008	3,77	264,2	6251	3,85	240,7
7	6668	3,78	252,1	6334	3,82	242,0
8	6613	3,79	250,6	6444	3,70	238,4
9	6063	3,88	235,2	-		
10	4672	3,88	181,3	-		

З даних таблиці 1 видно, що інтенсивність роздою корів з віком при прив'язному утриманні дещо вища, ніж при безприв'язному утриманні. У першій групі за прив'язного утримання корів найвищі надої були отримані за шосту лактацію – 7008 кг молока, у другій за безприв'язного утримання – по восьму лактацію – 6444 кг. Надої корів першої групи за 1-6 лактації були більшими, ніж у тварин другої групи. Динаміка продукції молочного жиру з віком корів аналогічна змінам надою. Кількість вироблено молочного жиру залежала від надою та вмісту жиру. Найбільше отримано молочно жиру від

корів першої групи за шосту лактацію (264,2 кг), від другої – за сьому лактацію (242 кг). Проте даний показник у другій групі був меншим на 22,2 кг.

Однією з серйозних перешкод у підвищенні ефективності тваринництва є безпліддя сільськогосподарських тварин, що завдає значних збитків за рахунок: недоотримання приплоду, зниження молочної продуктивності, витрат на утримання та годівлю безплідних тварин, витрат на їх лікування.

Репродуктивні показники корів значно мірою обумовлені різними факторами довкілля, серед яких умови утримання, технології виробництва молока. Спосіб утримання корів помітно впливає на відтворювальні якості корів. Результати отриманих даних досліджень наведено у таблиці 2.

З даних таблиці 2 видно, що спосіб утримання корів мав певний вплив на показники відтворювальних якостей корів. За тривалістю міжотельного періоду, індексу запліднення кращі показники були у корів другої групи. Тривалість сервіс-періоду була у них менша порівняно з коровами першої групи на 23 дні, міжотельного періоду – 25 днів. Різниця за індексом запліднення становить 0,28 на користь привязного способу утримання. Однак завдяки більшій тривалості племінного та продуктивного використання вихід телят на 1 корову за період господарського використання був більшим у тварин першої групи і склав 3,68 теля, що більше аналогічного показника для другої групи на 0,63. Спосіб утримання не мав особливого впливу на частоту абортів корів і мертвонароджених телят. Ці показники коливаються в межах 1,22-1,24 % та 1,05-1,07 % відповідно.

Таблиця 2

Репродуктивні показники корів за різних способів утримання

Показник	Спосіб утримання корів	
	прив'язний	безприв'язний
Вік першого плідного осіменіння, днів	535	522
Жива маса при першому плідному осіменінні, кг	420	415
Вік першого отелу, днів	819	801
Жива маса корів за першу лактацію, кг	510	505
Тривалість сервіс-періоду, днів	148	125
Тривалість міжотельного періоду, днів	425	400
Тривалість сухостійного періоду, днів	61	61
Індекс осіменіння	2,35	2,07
Аборти, %	1,22	1,24
Мертвонародженні, %	1,07	1,05
Отримано телят на 1 корову, гол.	3,68	3,06

Висновок. Середня температура повітря у корівниках за прив'язного способу утримання була меншою на 1,3 градуси, освітленість – на 7,4 лк, відносна вологість повітря нижча була за безприв'язного способу утримання – на 8,4%. При прив'язному і безприв'язному утриманні мали вищу продуктивність корови, що отелилися у зимовий період. Від корів, що

утримувались на прив'язі, на третьому місяці лактації отримано найбільше молока – 850 кг, що більше проти безприв'язного утримання на 8,4 %. Найкраще роздоювалися і мали відповідно вищі показники по надою корови, що отелилися у зимові місяці. Різниця між надоями залежно від сезону отелення та способу утримання була на користь прив'язного утримання та отелення корів у зимові місяці – надоєно 6665 кг молока, що більше порівняно з першою групою на 15,8%, третьою – на 29,4% і четвертою – на 10,6%.

Вищі показники за перших три місяці лактації у корів, що отелилися в зимові місяці року – 11,8-13% від надою на корову за 305 днів лактації. Прив'язний спосіб утримання корів більшою мірою відповідає фізіологічним потребам тварин та сприяє реалізації продуктивного потенціалу за надоєм. При прив'язному утриманні надої збільшилися до 6-ї лактації і трималися на досить високому рівні по 7-8 лактаціях, потім знижувалися. У другій групі тривалість використання корів менша, до 8 лактації. Найбільше отримано молочно жиру від корів першої групи за шосту лактацію (264,2 кг), від другої – за сьому лактацію (242 кг). Проте даний показник у другій групі був меншим на 22,2 кг. Тривалість сервіс-періоду у корів другої групи менша порівняно з коровами першої групи на 23 дні, міжотельного періоду – 25 днів. Різниця за індексом запліднення становить 0,28.

Список використаної літератури

1. Батир Р.Ю. Вплив кратності доїння на продуктивність корів. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2018. №109. С. 8-13.
2. Бусенко О.Т. та ін. Технологія виробництва продукції тваринництва. Підручник. К.: Аграрна освіта, 2001. 432 с.
3. Варпиховський Р.Л. Вплив режиму доїння на склад та властивості молока корів української чорно-рябої молочної породи. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. Вип. 4 (103). С. 83-89.
4. Лоретц О.Г., Харлап С.Ю., Горелик А.С. Вплив сезону року на молочну продуктивність корів. *Кормовиробництво, продуктивність, довголіття та добробут тварин*. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. 2018. С. 36-38.
5. Палій А. П., Науменко О.А. Інноваційні технології та технічні системи у молочному скотарстві. Х.: ФОП, 2015. 323 с.
6. Скоромна О.І., Разанова О.П., Поліщук Т.В., Шевчук Т. В., Паладійчук О.Р., Берник І.М. Розробка науково обґрунтованих заходів підвищення продуктивності корів молочного напрямку та покращення якості сировини за рахунок інновацій та досліджень в умовах виробництва: Монографія. Вінниця, 2020. 174 с.
7. Тимошенко В., Музика О., Москальов О., Шматко Н. Комфорт корів – запорука високої продуктивності. *Тваринництво*, 2014. № 8. С. 39-41.

НАПРЯМ

6

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ
ВИРОБНИЦТВА ТА
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ
ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ



Анна БІГАС¹,
Студентка 1 курсу,
Факультет технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ОБРОБЛЕННЯ КРОХМАЛЮ

Анотація. У роботі досліджено температурне оброблення крохмалю (кукурудзяного, картопляного і пшеничного) та структуроутворюючу здатність суспензій крохмалю різного ботанічного походження залежно від температурного оброблення. Дослідження показало зміну структури гранул крохмалю різних видів у водному розчині за допомогою мікроскопічного методу. В ході дослідження було встановлено, що для зернових видів крохмалю, гранули яких дрібніші, константа швидкості зростає на 15-20% залежно від тривалості температурного оброблення. Для картопляного крохмалю, константа швидкості зростає одразу впродовж 5 хвилин нагрівання, а зі збільшенням тривалості процесу константа швидкості утворення гелю уповільнюється. Перш за все, гранули картопляного крохмалю є найбільшими серед інших видів, і відповідно, швидкість утворення гелю є більшою. Повільне зростання коефіцієнта дифузії з 0,721 до 0,840 см²/с підтверджує дане твердження.

Ключові слова: полісахаради, крохмаль, амілоза, амілопектин, гелеутворення.

Annotation. The paper investigates the temperature treatment of starch (corn, potato, and wheat) and the structure-forming ability of starch suspensions of various botanical origins depending on the temperature treatment. The study showed a change in the structure of starch granules of various types in an aqueous solution

¹Науковий керівник: Морозова Л.П., к. хім. наук, старший викладач кафедри технології розведення, виробництва, переробки продукції дрібних тварин ВНАУ.

using a microscopic method. In the course of the study, it was established that for grain types of starch, the granules of which are smaller, the rate constant increases by 15-20% depending on the duration of the temperature treatment. For potato starch, the rate constant increases immediately within 5 minutes of heating, and as the duration of the process increases, the rate constant of gel formation slows down. First of all, the granules of potato starch are the largest among other types, and accordingly, the rate of gel formation is higher. The slow growth of the diffusion coefficient from 0.721 to 0.840 cm²/s confirms this statement.

Key words: polysaccharides, starch, amylose, amylopectin, gel formation.

Вступ. Крохмаль являє собою складний рослинний цукор, який складається з двох фракцій - амілози та амілопектину, що містять глюкозні одиниці. Це речовина, яку рослини використовують для кумуляції та зберігання енергії. Вона утворюється під час фотосинтезу і зберігається у фруктах, злаках, коренеплодах і бульбах деяких видів рослин. Крохмаль буває наступних типів: з картоплі, кукурудзи, пшениці, рису, гороху, тапіоки, модифікований тощо.

Крохмаль - це хімічна речовина, яка знаходиться в рослинах у формі кульок. Вони утворюють пластиди в зерні та інших рослинах високого рівня. Пластиди, які містять крохмаль, називаються амілопластами. У зерні (такому як пшениця, кукурудза, жито, ячмінь, сорго та просо) кожен амілопласт має одну кульку крохмалю, а у рисі та вівсі амілопласти містять багато кульок крохмалю.

Картопляний крохмаль складається з двох фракцій: амілози (суперлози) та амілопектину (ромаліну), кожен з яких можна виділити окремо. Для цього крохмаль обробляють розчинами MgSO₄, (NH₄)₂SO₄, Na₂SO₄ з *n*-бутиловим спиртом при 120°C. Після цього амілозу відокремлюють при 70°C, а амілопектин - при 20°C.

Крохмаль отримують з зернових рослин та бульбоплодів. Наприклад, зерна пшениці містять крохмаль до 64%, рису – 75%, кукурудзи – 70%, бульби картоплі – 24%. Відомо, що крохмальні зерна формуються у певних місцях строми пластид шляхом послідовного їх накопичення. Основним ферментом з утворення та формування кристалітів крохмалю є зерноутворююча синтетаза (granule bound synthase – GBSS) [1]. Є гіпотеза, що на поверхні зерен крохмалю у амілози є редукуючий кінець, а у амілопектину – нередукуючі кінці, які можуть далі розгалужуватися і подовжуватися за допомогою фермента гілкоутворюючої синтетази (starch branched enzyme – SBE). Ланцюг амілози продовжується під дією ферменту розчинної крохмальної синтетази (soluble starch synthase – SSS). Тому, молекули амілози та амілопектину важко сумісні і можуть бути фракціоновані за певних умов [2]. Зерна нативних крохмалів мають кільця росту, які складаються з шарів, що чергуються, різної щільності, кристалічності та опірності, хімічним і ферментним впливам. Ступінь кристалічності зерен крохмалю становить в межах 14-42% і залежить від кількісного співвідношення вмісту амілози та амілопектину. Короткі ланцюги у молекулі амілопектину утворюють подвійні спіралі, які формують кристалічні ламелі (так звані кристаліти). До складу крохмальних зерен, окрім

полісахаридів, також входять силікатна (H_2SiO_3), фосфатна (H_3PO_4) кислоти та інші речовини. Вміст амілопектину та амілози в крохмалі обумовлює здатність крохмальних зерен розчинятися при нагріванні з утворенням в'язких колоїдних систем, які називаються клейстерами. Залежно від співвідношення складових дисперсної фази і середовища переходи стану речовини в гельформу є концентраційними та температурними. Міцність зв'язків у коагуляційній структурі між частинками фази залежить від товщини прошарку середовища між частинками. Температурні переходи з стану золя в гель, характерні для розчинів біоколоїдів, відбуваються завдяки конфірмаційним переходам та складним молекулярним перетворенням, що мають місце за умов високих температур. Крохмальні розчини здатні за температур вище ніж $50-60^{\circ}C$ збільшувати в'язкість та клейстеризуються. Найбільш повно суть переходу розкривається за вивчення поведінки крохмальних розчинів, залежно від ботанічного походження крохмалю [3].

Відомо, що зміна крохмалю дозволяє істотно вплинути на його властивості (гідрофільність, клейстеризація, студнеутворення), а значить надати властивостей потрібної нам спрямованості. Фізична зміна дозволяє отримувати крохмаль з високою здатністю зберігати вологу, що, у свою чергу, забезпечує продукт потрібної консистенції. Клейстеризація крохмалю – це складний процес: спочатку крохмальні зерна набухають, приєднуючи малу кількість води, потім при збільшенні температури до молекул крохмалю приєднуються молекули води, та відбувається сильне набрякання зерен зі збільшенням об'єму в сотні разів і підвищенням в'язкості розчину. Набрякання крохмалю відбувається внаслідок розриву водневих зв'язків і гідратації макромолекул полісахаридів. На останній стадії розчинні полісахариди витягуються водою, зерна втрачають форму і перетворюються в мішечки, суспендовані в розчині. Клейстеризація різних видів крохмалю відбувається за різних температур: картопляного крохмалю за температури $55-68^{\circ}C$, кукурудзяного – $64-71^{\circ}C$, пшеничного – $66-86^{\circ}C$.

Фізичні методи користуються великою популярністю, тому що є дешевими, безпечними та ефективними, а також не шкодять навколишньому середовищу. Серед фізичних модифікацій можна виділити такі, як желатинізація до обробки, термічна обробка, тепловологова обробка та відпал, які є гідротермальними процесами; а також нетермічна модифікація, яка охоплює обробку за високого тиску, мікронізацію, ультразвукову обробку та імпульсне електричне поле [4].

Коли температура підвищується, кристалічна структура крохмалю руйнується, що спричиняє збільшення кількості водневих зв'язків між молекулами. Через те, що молекули амілози та амілопектину рухаються швидше, вони частково відділяються одна від одної в суспензії, утворюючи різні фази. При цьому амілоза виходить з крохмалю. Коли суспензія нагрівається далі (в діапазоні температур $60...100^{\circ}C$) набухання крохмальних зерен посилюється, а їх об'єм збільшується в декілька разів. Тоді деякі водневі зв'язки між крохмальними ланцюгами руйнуються або послаблюються, що

дозволяє ланцюгам розсунутися. В результаті крохмальне зерно стає більшим та втрачає свою кристалічну структуру. Це також сприяє направленому руйнуванню глікозидних та інших валентних зв'язків, утворенню нових карбонільних груп, та формуванню внутрішньо- та міжмолекулярних зв'язків.

Різні види гідротермічних обробок змінюють засвоюваність модифікованого крохмалю, який отримують: вони спричиняють утворення крохмалю, який засвоюється повільно (SDS) і крохмалю, який не засвоюється (RS), а також зменшення крохмалю, який засвоюється швидко (RDS). Тому використання в продуктах харчування може бути корисним для людей з хронічними хворобами, наприклад, діабетом, а також іншими серйозними проблемами зі здоров'ям [5]. Основною причиною цих змін засвоюваності крохмалю є порушення структури крохмалю, що робить молекулярні ланцюги крохмалю більш доступними для амілолітичної дії [6, 7]. Таким чином, вивчення термічного оброблення крохмальних суспензій є важливим напрямком розвитку виробництва різних видів крохмалю, який не засвоюється.

Метою даної роботи є дослідження зміни структури крохмальних гранул під впливом температури, зміни швидкості формування студню/гелю різних ботанічних видів крохмалю в залежності від температури і часу процесу.

Виклад основного матеріалу. Фізична модифікація крохмалю відбувається за допомогою технологічних процесів (ретроградація, охолодження або комбінація нагрівання і охолодження), що збільшує рівень резистентності крохмалю. Ми використали мікроскопічний метод для демонстрації зміни структури крохмальних гранул у водному середовищі. Під час набухання об'єм крохмальної системи зростає, а також змінюється густина та еластичність сформованого гелю. Показано, що швидкість набухання залежить в першу чергу від дифузії води всередину крохмального студню. Ми також зазначили, що з плином часу та підвищенням температури студень збільшується за об'ємом до максимально можливого та набуває щільної гелеподібної консистенції. Було виявлено, що для зернових видів крохмалю константа швидкості збільшується протягом термічної обробки. Таким чином, зростає також коефіцієнт дифузії. Для картопляного крохмалю константа швидкості збільшується відразу протягом 5 хв нагрівання та зменшується за збільшення тривалості процесу. Передусім, картопляні гранули є найбільшими серед інших видів крохмалю, і тому швидкість формування студню є вищою. Підтверджує цей факт повільне зростання коефіцієнта дифузії.

Для нашого дослідження були взяті нативні крохмалі різних ботанічних джерел: кукурудзяний (виробник – ВАТ “Дніпровський крохмалепатоковий комбінат”(Україна)), картопляний (виробник – ТОВ «Крохмалепродукт») та пшеничний (виробник – Viresol, Угорщина). З них приготували 35%-ові крохмальні суспензії та нагрівали. Зміну структури гранул крохмалю контролювали за допомогою мікроскопу за температур, °C: 20, 60, 80, 100, 120, 140 і 160.

Для того, щоб обрати найкращий режим температурного оброблення крохмальної суспензії досліджували, як змінюється структура студню під

впливом температури. Крохмальні суспензії підігрівали до температури 120°C та 160°C, тримали при цій температурі протягом 5 хв та знижували до 60°C в обох випадках. Використовували циклічне термічне оброблення: 120 → 60 → 120 → 60 та 160 → 60 → 160 → 60. За об'ємом утвореного студню/гелю обчислювали константу швидкості набухання та коефіцієнт дифузії. Вимірювання повторювали тричі.

Поєднання технологічних процесів (ретроградація, охолодження або декілька етапів нагрівання і охолодження) спричинює фізичну модифікацію крохмалю та призводить до підвищення рівня резистентності крохмалю. Враховуючи досвід вчених з дослідження температурних циклів впливу на крохмаль, нами було проведено дослідження зміни структури крохмальних гранул під дією температури (табл. 1, 2).

Таблиця 1

Зміна константи швидкості та коефіцієнту дифузії видів крохмалів за температурного оброблення

Тривалість температурного оброблення, хв	Вид крохмалю					
	кукурудзяний		картопляний		пшеничний	
	К	D, см ² /с	К	D, см ² /с	К	D, см ² /с
5	0,021	0,084	0,103	0,721	0,021	0,084
10	0,051	0,359	0,092	0,824	0,023	0,115
15	0,046	0,368	0,081	0,840	0,062	0,430
20	0,102	1,020	0,081	0,840	0,136	1,360

Ми бачимо, що зі збільшенням тривалості та температури об'єм студню збільшується та стає щільнішим. Для зернових видів крохмалю константа швидкості реакції зростає впродовж усього термічного оброблення. Крім того, коефіцієнт дифузії для зернових видів крохмалю збільшується на 15-20%. Для крохмалю картопляного константа швидкості зростає одразу впродовж 5 хв нагрівання, а зі збільшенням тривалості процесу, константа швидкості утворення гелю уповільнюється. Гранули крохмалю картопляного є найбільшими за розмірами серед інших видів, і відповідно, швидкість утворення студню є найбільшою. Повільне зростання коефіцієнта дифузії з 0,721 до 0,840 см²/с підтверджує дане твердження.

Таблиця 2

Вплив температури на суспензії різних видів крохмалю

Вид крохмалю	Режим температурного оброблення, °C	Зміна структури крохмальної суспензії
Кукурудзяний	50-60	Об'ємна консистенція крохмальної суспензії з частковим розшаруванням
	80	Утворення студню м'якого за консистенцією
	100	Гарна студнеутворююча здатність міцної структури
	120	Гель міцної структури
	140	

Продовження таблиці 2

Кукурудзяний	160	Гель з розтріснутою поверхнею
	120 →60 →120 →60	Гель міцної м'якої консистенції
	160 →60 →160 →60	Гель з щільною компактною структурою
Картопляний	50-60	Об'ємна консистенція крохмальної суспензії
	80	Гарна студнеутворююча здатність міцної структури
	100	
	120	Гель міцної структури
	140	
	160	
	120 →60 →120 →60	Гель міцної м'якої консистенції
	160 →60 →160 →60	Гель з щільною та міцною компактною структурою
Пшеничний	50-60	Об'ємна консистенція крохмальної суспензії з частковим розшаруванням
	80	Утворення студню м'якого за консистенцією
	100	Гарна студнеутворююча здатність
	120	Гель міцної структури
	140	
	160	Гель з розтріснутою поверхнею
	120 →60 →120 →60	Гель міцної м'якої консистенції
	160 →60 →160 →60	Гель з щільною компактною структурою

Висновки. Нами проведено дослідження зміни швидкості утворення гелю крохмалю різних ботанічних видів залежно від температури та тривалості процесу. Результати показали зміну структури гранул крохмалю різних видів у водному розчині за допомогою методу мікроскопії. В ході дослідження було встановлено, що для зернових видів крохмалю, гранули яких дрібніші, константа швидкості зростає на 15-20% залежно від тривалості температурного оброблення. Для картопляного крохмалю константа швидкості зростає одразу впродовж 5 хвилин нагрівання, а зі збільшенням тривалості процесу константа швидкості утворення гелю уповільнюється. Перш за все, гранули картопляного крохмалю є найбільшими за розмірами серед інших видів, і відповідно, швидкість утворення гелю є більшою. Дане твердження підтверджує факт повільного зростання коефіцієнта дифузії з 0,721 до 0,840 см²/с.

Список використаної літератури

1. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Крохмаль> (дата звернення: 12.01.2024).
2. Бухкало С. І. Можливості розвитку технологій модифікованих крохмалів. *Вісник Національного Технічного Університету «ХПІ»*. Серія: *Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів*. 2019. № 21 (1346). С. 84-92. <https://doi.org/10.20998/2220-4784.2019.21.13>
3. Eliasson A. C. *Starch in food. Structure, function and applications*. Woodhead Publishing Limited. 2004. 233 p.

4. Sneh Punia. Barley starch modifications: Physical, chemical and enzymatic – A review. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2020. Vol. 144. P. 578–585. <https://doi.org/10.3390/foods10071609>.

5. Wenwen Yu, Keyu Tao, Robert G. Gilbert. Improved methodology for analyzing relations between starch digestion kinetics and molecular structure. *Food Chemistry*. 2018. Vol. 264. P. 284-292. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.05.049>.

6. Potoroko I. Y., Ruskina A. A. Modeling of potato convenience of exposure effects of ultrasound. *Solid State Phenomena*. 2016. P. 697–702. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.870.697>

7. Swinkels J. J. M. Composition and Properties of commercial Native Starches. *Starch/Starke*. 1985. V. 37. P. 1–5. <http://dx.doi.org/10.1002/star.19850370102>

Жана ЕЛЬ АСТАЛ²,

Студентка 4 курсу,
Факультет технологій виробництва,
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна

КИСЛОМОЛОЧНІ ПРОДУКТИ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Анотація. *Останнім часом зацікавленість у кисломолочних продуктах, що містять пробіотики та пребіотики, значно зросла. Кисломолочні продукти спеціального призначення є важливою складовою здорового харчування, оскільки вони можуть містити додаткові корисні компоненти, які сприяють поліпшенню здоров'я. У даній статті розглянуті основні тенденції у розробці сучасних кисломолочних продуктів спеціального призначення, а також критерії оцінки перспективних пробіотичних культур та основні фактори, які впливають на здатність бактерій до виживання та збереження активності у продукті до потрапляння до шлунково-кишкового тракту. Також у статті використано загальнонаукові методи дослідження, такі як аналіз, синтез, абстракція, а також спеціальні методи, включаючи статистичний та розрахунковий аналіз.*

Ключові слова: *кисломолочні продукти, закваски, пробіотики, пребіотики, ферментовані продукти.*

Annotation. *Recently, interest in fermented milk products containing probiotics and prebiotics has increased significantly. Special purpose dairy products*

²Науковий керівник: Соломон А.М., кандидат технічних наук, доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій ВНАУ.

are an important component of a healthy diet, as they may contain additional beneficial components that contribute to better health. This article discusses the main trends in the development of modern fermented milk products for special purposes, as well as the criteria for evaluating promising probiotic cultures and the main factors that affect the ability of bacteria to survive and maintain activity in the product before entering the gastrointestinal tract. The article also uses general scientific research methods, such as analysis, synthesis, abstraction, as well as special methods, including statistical and computational analysis.

Key words: *fermented milk products, leavens, probiotics, prebiotics, fermented products.*

Вступ. На даний момент структура харчування населення України не відповідає сучасним принципам здорового харчування та дієтології. Організація та забезпечення правильного харчування є однією з ключових завдань медичних фахівців, технологів, соціологів, аналітиків і розробників інформаційних систем.

Створення харчових продуктів спеціального призначення для різних груп населення, зокрема за віком, етнічною приналежністю, потребує врахування медико-біологічних вимог, включаючи хімічний склад і біологічну цінність [1,2,5].

Сучасний ринок продуктів спеціального призначення переважно складається з молочних продуктів, які можна поділити на три групи: молочні продукти з пробіотичними та пребіотичними властивостями, а також біологічно активні добавки.

З урахуванням екологічної ситуації та зростання частоти захворювань в Україні та світі, розробка продуктів спеціального призначення стає актуальною як стратегічний напрямок у розвитку харчової промисловості. Ці продукти виготовляються за інноваційними технологіями і відповідають фізіологічним потребам організму людини, маючи виражені лікувальні, профілактичні або оздоровчі властивості [1].

Продукти, які містять пробіотики та синбіотики, акцентуються як засоби з оздоровчим та профілактичним впливом на організм людини. У країнах Європейського Союзу доведений корисний вплив ідентифікованого компонента харчового продукту є обов'язковою умовою для його введення на ринок як функціонального продукту.

Біфідобактерії та молочнокислі бактерії роду *Lactobacterium* часто використовуються як пробіотики. Вони виробляють ферменти, вітаміни та інші біологічно активні сполуки. Пребіотики, що стимулюють ріст і розвиток пробіотиків, особливо біфідобактерій, грають значну роль [5,6].

Перспективним напрямком є створення продукції на молочній основі з синбіотичними властивостями. Синбіотики – це комбінація пробіотиків і пребіотиків, які взаємно посилюють дію на фізіологічні функції та обмін речовин в організмі людини. Використання синбіотиків допомагає стимулювати ріст аутофлори та покращити виживання бактеріальних добавок в

шлунку. Споживання кисломолочних продуктів та харчових добавок, що містять пробіотики та синбіотики, є найефективнішим способом терапії дисбактеріозу.

Молочні продукти є значною частиною ринку спеціального харчування як в Україні, так і в країнах Європи, становлячи близько 65% загального обсягу. Більшість цих продуктів (понад 80%) містять пробіотики або пребіотики, 8% є біологічно активними добавками (БАД), а інші 12% - іншими видами.

Населення України виражає велику потребу в продуктах, які містять БАД, вітаміни (особливо антиоксиданти), мінерали, харчові волокна, фенольні сполуки та інші компоненти, що мають позитивний вплив на здоров'я. Створення нових видів комбінованих молочних продуктів дозволяє розширити асортимент і максимально використовувати всі складові молока та інші компоненти рослинного походження для підвищення імунітету [5].

На першому місці за популярністю стоять пробіотичні кисломолочні продукти, які сприяють підтримці та відновленню здоров'я кишкової мікрофлори. Проте багато з них не відповідають нормативним вимогам, особливо в частині кількості біфідобактерій, що знижує їхню ефективність. Розширення асортименту молочних продуктів спеціального призначення в Україні стає важливим у зв'язку зі зростанням числа людей, які страждають на серцево-судинні захворювання та діабет.

Метою дослідження є дослідження якісних характеристик пробіотиків, що використовуються при виробництві кисломолочних продуктів спеціального призначення; визначення пріоритетних напрямків та перспектив розвитку виробництва продуктів цієї категорії.

Виклад основного матеріалу. Забезпечення здорового харчування стає все важливішою темою для споживачів, які все більше звертають увагу на продукти спеціального призначення. Ці продукти мають потенціал зменшувати ризик розвитку різних цивілізаційних захворювань, таких як діабет, серцево-судинні проблеми, алергії, захворювання шлунково-кишкового тракту і т.д.

За їх функціональними характеристиками молочні продукти можна поділити на кілька категорій. Проте, на ринку споживчих товарів України досить слабо представлені продукти, які були б геродістичними, діабетичними без додавання заміників цукру, чи мали б підвищені імуномодулюючі, антиоксидантні, сорбційні властивості тощо. Це через відсутність науково обґрунтованих та клінічно підтверджених технологій їх виробництва.

На сучасному етапі розвитку, розробка нового асортименту молочних продуктів спеціального призначення, які базуються на науково обґрунтованих технологіях та містять комплекси пробіотичних культур лакто- та/або біфідобактерій, біологічно активні речовини, пребіотики, стає актуальним завданням для України [7].

Функціональні молочні продукти:

1. Збагачені молочні продукти: з додаванням властивих компонентів (мінеральних речовин, вітамінів); з додаванням невластивих компонентів (амінокислот, модифікованих жирних кислот).

2. Молочні продукти із зміненим хімічним складом: зі зменшеним вмістом лактози; з відсутністю лактози.

3. З додаванням компонентів, які мають виражений оздоровчий або лікувальний ефект: пробіотики; пребіотики; синбіотики.

4. Оздоровчі молочні продукти підвищеної біологічної та фізіологічної цінності.

Ферментовані молочні продукти грають ключову роль у постачанні пробіотичних мікроорганізмів, які сприяють збереженню та відновленню мікробного балансу у людини.

Пробіотичні культури, такі як *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium* spp. (*B. adolescentis*, *B. animalis* ssp. *lactis*, *B. bifidum*, *B. longum*, *B. breve*), забезпечують корисний вплив на організм споживача та нормалізують роботу мікрофлори шлунково-кишкового тракту.

Кишкова мікрофлора, яка складає 95% від загальної кількості клітин у людському тілі, може мати як позитивний, так і негативний вплив на здоров'я. Нормальна мікрофлора характеризується стабільністю, але її склад і структура залежать від різних факторів.

Під дією екстремальних умов, вживання антибіотиків та інших препаратів, техногенне забруднення навколишнього середовища та сировини, а також неправильне харчування можуть спричинити дисбаланс у нормальній мікрофлорі, що призведе до послаблення захисних механізмів організму та змін у його обмінних процесах. Навіть у здорових немовлят, які годуються грудним молоком, стабілізація кількості біфідобактерій у кишковому тракті відбувається на 4-5 днів пізніше, ніж у минулому сторіччі. Забруднення продуктів харчування радіоактивним цезієм зросло у сотні разів на всій території, що потребує радикальних заходів для покращення стану. Функціональне харчування може стати одним із найпростіших способів покращення ситуації. Основною метою його є забезпечення стабільності та підтримка нормальної мікрофлори з метою зменшення ризику розвитку хвороб [4].

За останні два десятиріччя науково доведено важливу роль молочних продуктів спеціального призначення в підтримці здоров'я людей. Дослідження підтверджують лікувальні властивості кисломолочних продуктів, які сприяють поліпшенню травлення лактози, конкурентному витісненню патогенних мікроорганізмів з кишківника, підвищенню стійкості організму до інфекцій та зниженню рівня холестерину в організмі людини. Лакто- та біфідобактерії відіграють ключову роль у підтриманні та нормалізації мікробіоценозу кишківника, покращенні неспецифічної резистентності організму та оптимізації білкового та мінерального обміну, що робить їх класичними пробіотиками.

Пробіотики використовуються для лікування та профілактики захворювань, які спричинені дисбалансом нормальної мікрофлори у шлунково-кишковому тракті. Склад пробіотиків може включати один або кілька видів мікроорганізмів. Молочнокислі та біфідобактерії є основними пробіотиками, що широко використовуються у виробництві харчових продуктів та медичних препаратів [3].

Біфідобактерії здійснюють важливу роль у підтримці та нормалізації кишкової мікробіоти, підвищують неспецифічну імунну відповідь організму та сприяють оптимізації обміну білків, вітамінів та мінералів. Біфідобактерії зберігають слабо-лужне середовище у товстому кишечнику, виробляючи оцтову та молочну кислоти, що пригнічує ріст патогенної та умовно-патогенної мікрофлори.

Важливо зауважити, що чисті культури біфідобактерій вимагають анаеробних умов та мають обмежену здатність до кислотоутворення. Для їхнього розвитку необхідні біфідостимулюючі фактори, а також мікроорганізми, які можуть збагатити середовище доступними для них поживними речовинами, включаючи азотисті сполуки.

Серед корисних властивостей біфідобактерій слід відзначити їхню здатність ефективно засвоювати лактозу, синтезувати вітаміни, стимулювати імунну систему, знижувати рівень холестерину в крові та володіти антиканцерогенними властивостями. Таким чином, біфідобактерії виробляють широкий спектр біологічно активних сполук, що відіграють важливу роль у підтримці та відновленні здоров'я споживачів [8].

Кількість справжніх пробіотиків у світі з доведеним клінічним підтвердженням не така вже й значна (табл. 1).

Найбільш досліджені такі культури, як: *Lactobacillus acidophilus* (NCFB 1478), *Lactobacillus casei* штам Shirota, *Lactobacillus acidophilus* LA1, *Lactobacillus GG*, *Lactobacillus casei* Danon.

Вони використовуються не тільки як фармацевтичні препарати, а й біологічно активні компоненти у молочних функціональних продуктах. Такі функціональні продукти можуть бути як рідкими – це молочний продукт Yakult (Японія) з використанням *Lactobacillus casei* штам Shirota, Actimel (Франція) з використанням *Lactobacillus casei* Danon, Vitamel (Нідерланди) з використанням *Bifidobacterium bifidum*, так і сухими молочними продуктами – Bacilac (Бельгія) з використанням *Lactobacillus acidophilus*, Bififlor (Нідерланди) з використанням *Bifidobacterium bifidum* та інші.

Таблиця 1

Найбільш відомі бактеріальні штами пробіотиків

Бактеріальні штами	Виробник
<i>Lactobacillus casei</i> штам Shirota	Yakult, Японія
<i>Lactobacillus casei</i> DN 114	Danone, Франція
<i>Lactobacillus GG</i>	Boston, Америка
<i>Lactobacillus acidophilus</i> (NCFB 1478)	Rhodia, Франція
<i>Lactobacillus acidophilus</i> LA1	Nestle, Швейцарія
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	Campina, Нідерланди

Покоління пробіотиків, зареєстрованих в Україні:

I. Монокомпонентні препарати – містять один штам бактерій біфідобактерій, лактобактерій та ін.

II. Полікомпонентні – антагоністи, що самостійно елімінуються з організму. Складаються зі спорових бацил та дріжджеподібних грибів.

III. Комбіновані (симбіотики) – містять кілька штамів бактерій. Бактерії, що входять до його складу можуть відноситись до одного або різних видів.

IV. Рекомбінантні синбіотики – комбінація пробіотичного і пребіотичного компоненту.

V. Самоелімінуючі – рекомбінантні або генно-інженерні пробіотики створені на основі генно-інженерних штамів мікроорганізмів, їх структурних компонентів та метаболітів, мають задані характеристики.

У зв'язку з великою актуальністю, необхідно провести пошук власних перспективних штамів пробіотиків та створити на їхній основі заквашувальні препарати для молочних продуктів спеціального призначення (табл. 2).

Позитивний вплив пробіотичних бактерій на організм зумовлений їхніми біологічними властивостями, такими як ферментативна та антагоністична активність, здатність до адгезії на клітинах кишківника, та здатність нормалізувати рівень холестерину. Наявність цих властивостей є обов'язковою умовою та критерієм для відбору пробіотичних мікроорганізмів. При виборі таких мікроорганізмів для використання у промисловості враховували не лише їхні функціональні властивості. При виробництві ферментованих продуктів з використанням пробіотичних бактерій необхідно враховувати чинники, які впливають на їхню здатність до виживання та збереження активності у продукті до потрапляння в шлунково-кишковий тракт.

Таблиця 2

Основні критерії оцінки пробіотиків

Характеристика	Функціональні властивості штамів
Безпечність використання	Ідентифікація видів і штамів мікроорганізмів, безпечність використання в харчових продуктах та лікарських препаратах.
Джерело	Походження – кишкова мікрофлора людини; можливість використання в профілактичному, оздоровчому і дієтичному харчуванні; застосування різних продуктів для певних груп споживачів.
Стійкість	Здатність до виживання в агресивному середовищі шлунково-кишкового тракту, стійкість до ферментів та метаболітів травної системи (HCl, жовчі, NaCl, фенолу), можливість розвитку в молоці.
Конкурентоспроможність	Здатність до розмноження і колонізація кишкового тракту, нормалізація кишкової та ротової мікрофлори.
Продуктування антибіотичних речовин	Чітко виражена здатність до продуктування бактерицидних речовин, попередження адгезії патогенної та карієсогенної мікрофлори.
Антагонізм із патогенними бактеріями	Конкурентне пригнічення патогенних мікроорганізмів
Клінічно підтверджений позитивний вплив на здоров'я	Стимулювання корисної мікрофлори, імуномодуляція, стимулювання кишкової лімфатичної тканини; доведена кореляція між кількістю спожитих мікроорганізмів і фізіологічним ефектом

Основними факторами, які впливають на збереження активності пробіотиків у продукті, є:

1) Фізіологічний стан пробіотичного організму, зокрема, фаза росту культури (логарифмічна чи стаціонарна).

2) Фізичні параметри зберігання продукту, такі як температура.

3) Хімічний склад продукту, до якого додається пробіотик, включаючи склад кислот, вміст доступних вуглеводів, джерела азоту, мінеральні компоненти, рН та вміст кисню.

4) Можлива взаємодія пробіотиків з іншими мікроорганізмами, які використовуються для закваски (наприклад, антагонізм або синергізм).

Для розробки функціональних молочних продуктів різної спрямованості можуть бути перспективними наступні групи:

1) Продукти, що сприяють підвищенню імунітету.

2) Продукти, що полегшують травлення та засвоєння корисних речовин.

3) Продукти, що сприяють покращенню функцій шлунково-кишкового тракту.

4) Продукти, що містять компоненти, які зменшують ризик захворювань.

Розробка та випуск продуктів спеціального призначення для різних категорій населення може сприяти загальному оздоровленню та збільшенню тривалості життя.

Висновки. Кисломолочні продукти спеціального призначення є важливою складовою здорового харчування, оскільки вони можуть містити додаткові корисні компоненти, такі як пробіотики, пребіотики та вітаміни, які сприяють поліпшенню здоров'я шлунково-кишкового тракту, зміцненню імунної системи, зниженню рівня холестерину та полегшенню травлення.

Ці продукти можуть відігравати важливу роль у підтримці здоров'я, особливо для людей зі специфічними потребами, такими як діти, спортсмени, люди з харчовими обмеженнями або зі специфічними хворобами.

Враховуючи роль кисломолочних продуктів у здоровому харчуванні, їх розширений асортимент може сприяти збереженню та покращенню здоров'я населення, зокрема зросту попиту на таку продукцію.

Список використаної літератури.

1. Капрельянц Л. В. Функціональні продукти: Тенденції і перспективи. *Харчова наука і технологія*. 2012. № 4. С. 5 – 8.

2. Філімонова Н. І. Основні властивості пробіотиків. *Клінічна фармація*. 2014. Т.15. №2. С. 38 – 40.

3. Соломон А. М. Кисломолочні десерти збагачені біфідобактеріями. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 2 (105). С. 66 – 74.

4. Новгородська Н. В. Проблеми якості молока в Україні. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології ім. С. З. Гжицького*. 2015. Т. 17 № 1 (16). Ч. 4. С. 72 – 76.

5. Поліщук Г.С. Інноваційні харчові інгредієнти у технологіях молочних та молокозмісних продуктів. К.: НУХТ. 2020. 195 с.

6. Соломон А. М. Обґрунтування напрямів розвитку функціональних молочних продуктів. *Техніка енергетики транспорт АПК*. Вінниця. 2017. № 2 (97). С. 85-89.

7. Скорченко Т. А., Поліщук Г. Є., Грек О. В., Кочубей О. В.. Технологія незбираномолочних продуктів : навч. Посібник Нац. ун-т харч. технол. Вінниця : Нова Книга, 2015. 264 с.

8. Грек О. В. Практикум з технології молока та молочних продуктів. К.: НУХТ, 2015. 431с.

9. Поліщук Г. Є. Технологія молочних продуктів. К. : НУХТ. 2013. 502с.

Катерина БІЛЯВЕЦЬ³,

Студентка 4 курсу,

Факультет технології виробництва

переробки та робототехніки у тваринництві,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АМАРАНТОВОЇ ОЛІЇ ТА ГУАРОВОЇ КАМЕДІ У ПРИГОТУВАННІ ФРУКТОВОГО ПЮРЕ ДЛЯ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ

Анотація. *В технології, яка використовує як сировину яблуко та моркву, додається амарантова олія та гуарова камедь для приготування фруктового пюре. Особливості кліматичного поясу України порівнюють її з країнами-лідерами за розвитком агропромислового комплексу. Як і звичайних консервів, розвивається виробництво дитячих консервів, адже раціональне харчування є основною умовою розвитку дитини, профілактики захворювань і формування здорового покоління, а без раціонального харчування це неможливо гарантувати. Для посилення сенсорних якостей і розвитку специфічних пружно-в'язко-пластичних властивостей нового продукту була обрана відома своїм цінним хімічним складом амарантова олія та полісахарид гуарова камедь. Ці дослідження в першу чергу були зосереджені на вивченні реологічних характеристик, зокрема на аналізі зв'язку між швидкістю колеса та прикладеною силою.*

Ключові слова: *амарантова олія, гуарова камедь, дитячі консерви, фруктове пюре, реологічні характеристики.*

Annotation. *The technology, which uses apple and carrot as raw materials, adds amaranth oil and guar gum to prepare fruit puree. Peculiarities of the climatic zone of Ukraine compare it with the leading countries in the development of the agro-industrial complex. Like ordinary canned goods, the production of children's canned*

³Науковий керівник: Морозова Л.П., к. хім. наук, старший викладач кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин ВНАУ.

goods is developing, because rational nutrition is the main condition for the development of a child, prevention of diseases and the formation of a healthy generation, and without rational nutrition it is impossible to guarantee this. Amaranth oil and polysaccharide guar gum, known for their valuable chemical composition, were chosen to enhance sensory qualities and develop specific elastic-viscous-plastic properties of the new product. These studies were primarily focused on the study of rheological characteristics, in particular, on the analysis of the relationship between the speed of the wheel and the applied force.

Key words: *amaranth oil, guar gum, canned food for children, fruit puree, rheological characteristics.*

Вступ. Створення продуктів дитячого харчування вимагає скрупульозного і обережного підходу через їх унікальність. Ці продукти спеціально розроблені для задоволення харчових потреб організму дитини, що розвивається на різних етапах. Тому при складанні рецептів консервів для дитячого харчування важливо

враховувати підвищені фізіологічні потреби зростаючого організму в білках, жирах, вуглеводах, вітамінах і мінеральних речовинах.

Індустрія дитячого харчування переживає постійну тенденцію до зростання, зумовлену такими факторами, як зростання народжуваності, зростання культури споживання дитячого харчування, розширення зовнішніх ринків та різноманітні інші фактори. Серед різних категорій дитячого харчування особливо динамічно розвиваються сухі молочні суміші, фруктово-ягідні пюре, дитячі соки [1].

Нормативними документами України встановлено допустимий вміст хімічних (у тому числі радіоактивних), біологічних речовин та їх сполук, мікроорганізмів, що становлять небезпеку для здоров'я дітей. Продукти дитячого харчування мають відповідати цим вимогам за органолептичними та фізико-хімічними показниками.

Мета цього дослідження полягає в створенні пюре для дитячого харчування з моркви та яблук, що містить підвищену кількість біологічно активних речовин за рахунок використання гуарової камеді та амарантової олії.

Виклад основного матеріалу. Використання синтетичних сумішей у дитячому харчуванні заборонено українським законодавством. Вітамін С, мінеральні солі та вуглеводи містяться у фруктах і овочах. Різноманітні смакові та ароматичні сполуки, що містяться у фруктах і овочах, відіграють важливу роль у харчуванні дитини. Більш повному їх засвоєнню сприяє помітне посилення ними смаку їжі [2].

Перший прикорм, що складається з фруктових, овочевих та ягідних соків і пюре, важливий для здоров'я та розвитку дитини на початковому і подальшому етапах. Проте, неправильний підбір або надмірне вживання може мати серйозні наслідки для здоров'я та адекватного росту малюка [2-3].

Щоб гарантувати, що продукція для маленьких споживачів є високоякісною, важливо безперервно працювати над створенням нових видів

товарів і вдосконаленням існуючих, а також впроваджувати передові технології у виробництво.

Для формування необхідних пружно-в'язко-пластичних властивостей та стабілізації консистенції продуктів дитячого харчування потрібно додавати природні полісахариди. У зазначеній статті досліджено використання харчових добавок у таких продуктах на різних етапах годування [4].

Гуарова камедь відзначається унікальними властивостями серед багатьох полісахаридів. Під час введення її в рідке середовище під час приготування харчового продукту, вона зв'язує воду, що призводить до збільшення в'язкості харчової колоїдної системи. Гуарова камедь рівномірно диспергується і набухає як у холодних, так і в гарячих харчових масах. Вона не розчинна у жирах, оліях, вуглеводах, кетонах і складних ефірах, що робить її дуже ефективною для стабілізації жирних речовин [5].

Амарантова олія слугує джерелом поліненасичених жирних кислот та вітамінів. Важливою складовою цієї олії є сквален - природний ациклічний тритерпен з шістьма подвійними зв'язками, що міститься в ній до 12%. Сквален сприяє зміцненню імунної системи організму, нормалізує функціонування гормональної системи та роботу всіх органів тіла, а також поліпшує процес доставки багатьох вітамінів до клітин організму [5-6].

Для виготовлення продукту високої якості використовували яблука та моркву, що повністю відповідали вимогам стандартів: ДСТУ 2849-94 «Яблука свіжі» та ДСТУ 7035:2009 «Морква свіжа». Показники цих стандартів представлені у таблицях 1 та 2.

Таблиця 1

Органолептичні показники яблук та моркви

Показник	Характеристика	
	Яблука	Морква
Зовнішній вигляд	Свіжі фрукти, цілі та здорові, вільні від пошкоджень від сільсько-господарських шкідників, без надмірного зовнішнього вологи і не пошкоджені.	Свіжі плоди, без пошкоджень від сільсько-господарських шкідників, цілі, здорові, чисті та не мають надмірної зовнішньої вологи.
Колір	Темно-червоний	Помаранчевий
Смак і запах	Не має стороннього запаху та смаку	Смак та аромат властиві самим плодам, не спостерігається наявність чужорідного запаху або смаку.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники яблук та моркви

Показник	Яблука	Морква
Масова частка сухих речовин, %	9	5
Активна кислотність (од. рН)	4,2	4,2
Загальна кислотність, %	0,3-0,6	0,2-0,3

Визначення вмісту сухих речовин у сировині (яблуках та моркві) проводили за допомогою рефрактометричного методу, а титровану та активну кислотність визначали згідно зі стандартними методиками [7]. Дослідження реологічної поведінки підготовлених зразків пюре виконували за допомогою приладу «RheotestRV2.1».

Для підготовки сировини яблук та моркви їх очищали та подрібнювали, після чого бланшували у киплячій воді протягом 15-25 хвилин для розм'якшення та полегшення подальших операцій. Після бланшування всю сировину протирали до отримання пюреподібного стану та додавали у певних кількостях (від 0,1% до 0,3% від маси пюре) полісахариди: гуарову камедь та амарантову олію.

Під час розробки пюре для дитячого харчування було проведено серію досліджень, під час яких були відібрані найкращі рецептурні умови для виробництва продукту з підвищеною біологічною цінністю та покращеними структурними властивостями. Рецептuru приготування (подана у таблиці 3) була розроблена відповідно до технологічних інструкцій із додаванням амарантової олії та гуарової камеді, з вказаними показниками (таблиці 4, 5).

Таблиця 3

Рецептура виготовлення морквяно-яблучного пюре для дитячого харчування.

Сировина та матеріали	Рецептура, г/1000 г
Морква	467
Яблука	463
Цукор	65
Сіль	5

Таблиця 4

Органолептичні та фізико-хімічні показники гуарової камеді

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд	Однорідний дрібнодисперсний порошок
Колір	Сірувато-білого кольору, без сторонніх включень
Смак і запах	Без смаку та запаху
pH 1% водного розчину	6,1-8,1
Вологість	8,9
Розчинність	Добре розчинна в холодній, гарячій та підкисленій воді;

Таблиця 5

Органолептичні показники амарантової олії

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд	Рідина
Колір	Світло-коричневого кольору
Смак і запах	Смак та запах притаманний сировині з якої виготовляють олію

Нижче наведено результати фізико-хімічних досліджень готового продукту - пюре без додавання гуарової камеді та амарантової олії

(контрольний зразок) та з їх включенням в різних концентраціях при різних температурах (таблиця 6). Попередніми дослідженнями, здійсненими раніше [7], було встановлено, що амарантову олію слід додавати до пюре в межах 0,1-0,3%, і збільшення концентрації видається нецільовим. Можна припустити, що сквален, який міститься в амарантовій олії, взаємодіє з водною фазою пюре та проявляє свої фізико-хімічні властивості у цьому діапазоні концентрацій.

Таблиця 6

Фізико-хімічні дослідження пюре

Зразок	t=40°C		t=50°C		Консистенція
	СР,%	pH	СР,%	pH	
Пюре з моркви та яблук (контрольний зразок)	18	4,05	20	4,05	М'яка структура
Пюре + 0,1% гуарової камеді та амарантової олії до маси пюре	20	4,08	25	4,07	В'язка
Пюре + 0,2% гуарової камеді та амарантової олії до маси пюре	22	4,07	24	4,08	В'язка
Пюре + 0,3% гуарової камеді та амарантової олії до маси пюре	23,7	4,08	25	4,87	В'язка

Отримані дані свідчать, що при додаванні гуарової камеді та амарантової олії до пюре при температурі 40 °С вміст сухих речовин збільшується, а структура пюре стає більш в'язкою. Наприклад, при внесенні 0,1% гуарової камеді та амарантової олії в пюре вміст сухих речовин зріс на 11% порівняно з контрольним зразком, при додаванні 0,2% - на 22%, а при внесенні 0,3% - вміст сухих речовин підвищився на 32%. Іншими словами, чим більше полісахариду додається в пюре, тим вищий вміст сухих речовин. Значення рН залишаються стабільними, зміни відбуваються лише в межах похибки.

При внесенні гуарової камеді та амарантової олії в зразки при температурі 50°C також спостерігається збільшення вмісту сухих речовин. У всіх зразках вміст сухих речовин збільшився на 25% порівняно з контрольним зразком.

Для вивчення впливу тривалості зберігання на показники кислотного числа морквяно-яблучного пюре з 0,1% вмістом амарантової олії та гуарової камеді було проведено серію експериментів (рис. 1).

З наведеного нижче графіку видно, що початкове значення кислотного числа залежить від кількості внесеної амарантової олії. Починаючи з другого дня зберігання, значення кислотного числа починає знижуватися і до 8% в порівнянні з початковим значенням, а з 8-ої по 12-у добу знижується вже на 43% порівняно з початковим, залишаючись відносно сталим після цього періоду.

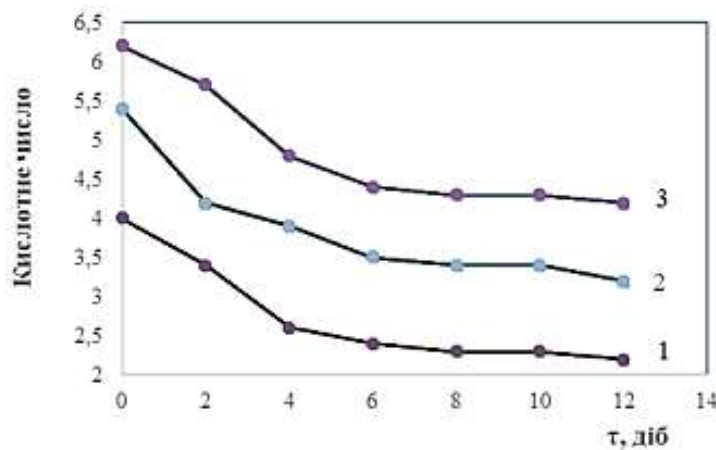


Рис. 1. Залежність кислотного числа від часу витримування морквяно-яблучного пюре при додаванні до нього: 0,1% амарантової олії та гуарової камеді до маси пюре (1); 0,2% амарантової олії та камеді до маси пюре (2); 0,3% амарантової олії та гуарової до маси пюре (3)

Де P_1 – напруженість зсуву незруйнованої структури пюре, P_2 – напруженість зсуву деформованої структури пюре, $Ctg_1 = \frac{dE}{dP_1}$ – ефективна в'язкість, $Ctg_2 = \frac{dE}{dP_2}$ – в'язкість зруйнованої структури, dE – диференціал прикладеного зусилля; dP_1 – диференціал колової швидкості незруйнованої структури; dP_2 – диференціал колової швидкості зруйнованої структури.

В результаті проведених досліджень встановлено, що додавання 0,1%, 0,2% і 0,3% амарантової олії та гуарової камеді до пюре з яблук і моркви призвело до найкращих результатів при внесенні 0,3% зазначених компонентів. Розраховане значення $Ctg_1 = 93$ свідчить про те, що незруйнована структура стала стійкішою в 14 разів у порівнянні з контрольним зразком. Це підтверджує, що внесення 0,3% амарантової олії та гуарової камеді забезпечує міцність структурі пюре.

Таблиця 8 містить результати реологічних досліджень зразків пюре з вмістом амарантової олії та гуарової камеді, а також проведені розрахунки.

Таблиця 8

Графічні розрахунки ефективної в'язкості для пюре з яблук та моркви з додаванням амарантової олії та гуарової камеді

Зразок	P_1	P_2	Ctg_1	Ctg_2
Пюре з моркви та яблук (контрольний зразок)	225	425	6,7	0,4
Пюре + 0,1% амарантової олії до маси пюре	620	1060	29	4,02
Пюре + 0,2% амарантової олії до маси пюре	550	1120	57	1,81
Пюре + 0,3% амарантової олії до маси пюре	410	1150	93	3,24

Висновки. На підставі аналізу результатів проведених експериментів можна зробити висновок, що додавання 0,3% амарантової олії та гуарової камеді до морквяно-яблучного пюре є найбільш ефективним. Це підтверджується збільшенням значення сухої речовини (СР), зростанням ефективної в'язкості та в'язкості незруйнованої структури в 14 разів порівняно з

контрольним зразком. Такий висновок вказує на те, що структура такого пюре, завдяки зменшенню кількості вільної вологи, зберігатиме свої початкові властивості.

Список використаної літератури

1. Birch L., Savage J.S., Ventura A. Influences on the Development of Children's Eating Behaviours: From Infancy to Adolescence. *Canadian Journal of Dietetic Practice and Research*. 2007. Vol. 68. P. 1-56.
2. Клименко С.В. Айва звичайна (*Cydonia oblonga* Mill) в Лісостепу України: підсумки інтродукції і селекції. *Биология растений и садоводство: теория, инновации*. 2009. № 131. С. 117- 122.
3. Fewtrell M., Bronsky J., Campoy C., Domellof M., Embleton N., Fidler Mis N., Hojsak I., Hulst J. M. Complementary Feeding: A Position Paper by the European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition (ESPGHAN) Committee on Nutrition. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. 2017. Vol. 64. P. 119-132. <https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000001454>.
4. Carter P., Gray L., Troughton J., Khunti K., Davies M. Fruit and vegetable intake and incidence of type 2 diabetes mellitus: systematic review and meta-analysis. *British Medical Journal*. 2010. Vol. 341. P. 42-59.
5. Schwartz C., Chabanet C., Lange C., Issanchou S., Nicklaus S. The role of taste in food acceptance at the beginning of complementary feeding. *Physiology & Behavior*. 2011. Vol. 104. P. 646-652.
6. ДСТУ 4957:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення титрованої кислотності. [Чинний від 2008-06-23]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України. 2009.
7. Левіт І.Б., Сукманов В.О., Афенченко Д.С. Реологія харчових продуктів: підручник. Полтава: ПУЕТ. 2015. 540 с.

Вікторія БАБІЙ⁴,
Студентка 2 курсу,
Факультет технології виробництва, переробки,
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЙ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Анотація. Молоко є неймовірно здоровою їжею, яку цінують в усьому світі. Однак люди із «дефіцитом лактази» не можуть перетравлювати молочний вуглевод лактозу. Через непереносимість лактози велика частина

⁴Науковий керівник: Коляновська Л.М., кандидат технічних наук, доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій ВНАУ.

населення планети позбавляється таких корисних молочних білків, як казеїн, лактоальбумін, лактоглобулін тощо. Виробництво функціональних продуктів харчування та біоактивних пептидів з молока із природними антиоксидантами та додаванням пробіотиків може бути найкращою альтернативою для розширення використання функціональних властивостей молока. В цій статті йдеться про розвиток технологій молочних продуктів функціонального призначення. За останні роки попит у харчовому секторі значно змінився. Сучасні тенденції ринку молочної продукції вимагають від компаній переходу до більш здорового виробництва. Споживачі все більше усвідомлюють тісний зв'язок між дієтою та здоров'ям людини. У цьому сенсі функціональні харчові молочні продукти відіграють важливу роль і наразі є одним із основних напрямків досліджень у харчовому секторі.

Ключові слова: молоко, молочні продукти, функціональне призначення, лактоза, пробіотики

Annotation. Milk is an incredibly healthy food around the world. However, individuals with "lactase deficiency" cannot digest the milk carbohydrate lactose. Due to lactose intolerance, a large part of the world's population is deprived of such useful milk proteins as casein, lactoalbumin, lactoglobulin, etc. The production of functional food products and bioactive peptides from milk with natural antioxidants and added probiotics may be the best alternative to expand the use of the functional properties of milk. This article deals with the development of functional dairy product technologies. Demand in the food sector has changed significantly in recent years. Current trends in the dairy market require companies to move towards healthier production. Consumers are increasingly aware of the close connection between diet and health. In this sense, functional food dairy products play an important role and are currently one of the main areas of research in the food sector.

Keywords: milk, dairy products, functional purpose, lactose, probiotics

Вступ. Як відомо, на сьогоднішній день зростає неабиякий інтерес до функціональних харчових продуктів, які здатні забезпечити додаткові переваги для зміцнення здоров'я, підтримки організму та профілактики захворювань.

Виходячи з цього твердження, харчова промисловість все більше зосереджується на розробці харчових продуктів із доданою вартістю, оскільки молочні продукти є одними з найбільш використовуваних харчових продуктів для функціональних цілей. Різні технології екстракції та інкапсуляції були використані для отримання цільових харчових біоактивних інгредієнтів і для забезпечення ефективної функціональності молочних продуктів відповідно. Пробиотики, пребіотики, гриби та біологічно активні екстракти рослинної їжі складають харчові інгредієнти, які найчастіше використовуються для виробництва функціональних молочних продуктів, переважно ряжанки, йогурту та сиру. Фактично, динамічні та перспективні біологічні ефекти були задокументовані для цих функціональних молочних продуктів, серед яких антиоксидантний, кардіопротекторний, антигіпертензивний, імуномодулюючий, протимікробний, протидіабетичний, протизапальний, нейромодуляторний і

навіть захист кісток. Однак, окрім впливу користі для здоров'я на прийняття споживачами та подальше споживання функціональних молочних продуктів, інші фактори, такі як знайомство споживачів з новими продуктами та функціональними інгредієнтами, що використовуються в їх рецептурі, знання та обізнаність споживачів щодо достовірності спільного здоров'я. Таким чином, концепція функціональних молочних продуктів може представляти майбутній багатонішевий ринок і стійку тенденцію, яку слід використовувати.

Метою даної статті є вивчення розвитку технологій молочних продуктів функціонального призначення.

Виклад основного матеріалу. Збалансоване та здорове харчування є ключовим визначальним фактором загальної якості життя, що стає все більш очевидним для споживачів у всьому світі. Фактично, уявлення про справжню важливість деяких конкретних харчових продуктів і навіть харчових інгредієнтів у щоденному раціоні стає все більш поширеним, аж до того, що попит споживачів на здорову та функціональну їжу досягнув експоненціального рівня. Будучи споживачами, які безпосередньо беруть участь у виборі харчових продуктів, розробці та оцінці їх загальної якості та прийнятності, харчова промисловість все більше зосереджується на складанні харчових продуктів, здатних покращувати здоров'я та благополуччя споживачів, водночас сприяючи травленню. системи (який вважається ключовим фактором загальної якості життя), окрім інших фізіологічних і метаболічних ефектів. Таким чином, розробка функціональних молочних продуктів харчування надає чудову можливість зробити свій внесок у покращення якості їжі та здоров'я та благополуччя споживачів [4].

Роль їжі як агента для покращення здоров'я запропонувала новий клас їжі, яка називається функціональною їжею, яка має позитивний вплив на здоров'я та/або самопочуття господаря, крім їх харчової цінності. Молоко та молочні продукти протягом багатьох років асоціювалися з користю для здоров'я, оскільки вони містять біологічно активні пептиди, пробіотичні бактерії, антиоксиданти, вітаміни, специфічні білки, олігосахариди, органічні кислоти, добре засвоюваний кальцій, кон'юговану лінолеву кислоту та інші біологічно активні компоненти з низкою біоактивності: модулюючи функції травлення та шлунково-кишкового тракту, гемодинаміку, контролюючи ріст пробіотичних мікробів та імунорегуляцію. Збільшення інтересу споживачів до підтримки або покращення свого здоров'я шляхом споживання цих специфічних харчових продуктів призвело до розробки багатьох нових функціональних молочних продуктів. Ці молочні продукти містять багато функціональних інгредієнтів, які зменшують всмоктування холестерину, можуть значно знизити артеріальний тиск, відіграють важливу роль у регуляції насичення, споживання їжі та метаболічних розладів, пов'язаних із ожирінням, і можуть мати антимікробну дію.

Доцільно зауважити те, що функціональна роль ферментованих молочних продуктів полягає або безпосередньо через взаємодію з споживаними мікроорганізмами (пробіотичний ефект), або, опосередковано, в результаті дії

мікробних метаболітів, таких як вітаміни, білки, пептиди, олігосахариди та органічні кислоти, що утворюються під час процесу бродіння (біогенний ефект). Оздоровчі механізми дії пробіотиків здебільшого базуються на позитивному впливі, який вони справляють на імунну відповідь завдяки стимуляції природного імунітету і, таким чином, модулюючи виробництво цитокінів і антимікробних пептидів [5]. Протеїни молочної сироватки мають антимікробну, антиканцерогенну, імуностимулюючу та сприяючу здоров'ю дію і можуть зменшувати відкладення жиру та покращувати чутливість до інсуліну.

Варто врахувати той чинник, що функціональні харчові молочні продукти повинні демонструвати свою дію в кількостях, які зазвичай можна очікувати для споживання в раціоні. Функціональною їжею може бути будь-яка їжа, яка природним чином містить компоненти з доказовими корисними властивостями: їжа, до якої додано компонент, або їжа, з якої компонент було видалено технологічними чи біотехнологічними засобами. Крім того, можна змінити природу одного чи кількох компонентів їжі, або біодоступність одного чи кількох його компонентів, або навіть комбінацію обох. Функціональна їжа може бути орієнтована на все населення (наприклад, пробіотичні напої) або на окремі групи споживачів (наприклад, продукти без лактози для людей з непереносимістю лактози) [1].

Біоактивні пептиди, як правило, визначаються як короткі ланцюги мономерів амінокислот, які здебільшого пов'язані пептидними зв'язками та виникли біологічно та мають сприятливий вплив на здоров'я людини. В основному це невеликі молекули білків, які синтезуються в клітинах у вигляді великих молекул пре-пропептидів, які далі розщеплюються і модифікуються в клітинах з утворенням активних сполук. Ці біологічно активні сполуки зазвичай функціонують як сигнальні молекули та відіграють життєво важливу роль у біологічних функціях, а також у патогенезі. Біологічно активні пептиди позитивно впливають на функції та/або стани нашого тіла і, таким чином, благотворно впливають на наше здоров'я. Загалом молочні білки, особливо казеїн, а також молочні продукти, включаючи різні сири та йогурти, використовувалися як сировина для виробництва та виділення маломолекулярних пептидів із багатьма ефективними застосуваннями. Крім того, провідний побічний продукт виробництва сиру, який називається молочно-сироватковими відходами, також відіграє помітну роль як джерело білка для виділення біологічно ефективних пептидів, які мають різні потенційні промислові впровадження [2].

Білки молока забезпечують кілька поживних, функціональних і біологічних активностей. Встановлено, що більшість корисних для здоров'я продуктів харчування містять молоко як потенційний інгредієнт, оскільки воно складається з багатьох білків, які прискорюють біологічні властивості молока. З молочних білків можна отримати багато фізіологічно активних пептидів, які зазвичай неактивні у великих молекулах вихідних білків, але можуть вивільнятися під час:

- 1) перетравлення молока в шлунково-кишковому тракті;

2) ферментації молока протеолітичними заквасками;

3) гідролізу молока протеолітичними ферментами.

За останні кілька років функціональні харчові продукти надзвичайно завоювали переваги споживачів завдяки їхнім різноманітним потенційним перевагам для здоров'я, пов'язаним із наявністю пробіотиків. За даними ВООЗ і ФАО, пробіотики – це «живі мікроорганізми, які при введенні в достатній кількості приносять користь здоров'ю людини» [3].

Важливо вказати на те, що молочні продукти займають значне місце на ринку функціональних продуктів харчування, а серед функціональних продуктів, отриманих з молока, йогурт і ряжанка є зростаючими сегментами цього сектора. Функціональні молочні продукти отримують в основному з коров'ячого молока, тоді як ті, що виготовляються з козячого та овечого молока, не настільки поширені на ринку. Незважаючи на це, молочні продукти від дрібних жуйних в даний час викликають великий інтерес через їх внутрішні поживні властивості. Генетичний поліморфізм білків козячого та овечого молока, крім кількісного аспекту, також визначає різні якісні аспекти, і, серед іншого, вони можуть бути відповідальними за виробництво біоактивних пептидів. Відомо, що в козячому молоці деякі генетичні варіанти білків роблять молоко прийнятним для тих людей, які страждають від алергії на білки коров'ячого молока. Стратегії годівлі овець і, зокрема, використання природних пасовищ покращують поживні властивості жиру шляхом підвищення поліненасичених жирних кислот, особливо кон'югованих лінолевих кислот [4].

Слід наголосити на тому вагомому чиннику, що поживну та оздоровчу цінність молока та супутніх продуктів також можна реалізувати шляхом додавання кількох функціональних інгредієнтів, серед яких найбільш використовуваними є вітаміни та мінерали, а також молекули антиоксидантів, поліненасичені жирні кислоти, білки, білкові фракції, амінокислоти, нуклеотиди, пробіотичні мікроорганізми (живі мікроорганізми, які при введенні в адекватних кількостях приносять користь здоров'ю людини) і пребіотичні речовини (такі як розчинні волокна). Потрібно взяти до уваги той чинник, що це нове уявлення про харчування робить необхідним визначити «альтернативні» технології обробки овечого та козячого молока, котрі в свою чергу спрямовані на покращення здоров'я та харчових аспектів, які також могли б задовольнити групу споживачів, котрі мають непереносимість деяких компонентів коров'ячого молока, не втрачаючи типових сенсорних характеристики продукції. У той же час, технологічні інновації та диверсифікація молочних продуктів овець і кіз можуть сприяти розвитку конкурентоспроможності та покращенню продуктивності молочного сектору дрібних жуйних.

Докази користі для здоров'я, пов'язані з наявністю певних компонентів або бактерій у молочних продуктах, поступово набувають наукової достовірності. Функціональні білки, біоактивні пептиди, незамінні жирні кислоти, кальцій, вітамін D та інші компоненти молока сприятливо впливають на імунну та серцево-судинну системи, а також на здоров'я шлунково-кишкового тракту та кишечника. Функціональні компоненти молока значною

мірою сприяють профілактиці ряду захворювань, таких як гіпертонія, ішемічна хвороба судин, ожиріння, остеопороз, рак, діабет та деякі інфекційні захворювання [5]. Існує кілька застосувань цих біоактивних компонентів молока, наприклад: фосфопептиди, отримані з казеїну, в даний час використовуються як дієтичні та фармацевтичні добавки. Кілька факторів росту, отриманих із молока, використовуються для лікування шкірних захворювань і шлунково-кишкових захворювань. Вплив на здоров'я спостерігався при виразках ніг і псоріазі, у здоров'ї кишечника при регенерації кісткової тканини – остеопорозі. Дієтичне регулювання споживання молочних продуктів потенційно може сприяти профілактиці та лікуванню пандемії ожиріння, а також можливість використання корисних для здоров'я ліпідів як активних інгредієнтів у розглядається профілактичне та терапевтичне дозування. Таким чином, молоко та молочні продукти пропонують захоплюючі можливості в області функціональних харчових продуктів, а функціональні харчові компоненти в молоці додатково служать для ілюстрації цінності молочних продуктів у раціоні людини.

Висновки. Отже, зростання наукового інтересу до ролі харчових молочних продуктів у зміцненні здоров'я та добробуту людини глибоко вплинуло на сприйняття та ставлення споживачів до харчування, що призвело до появи нового класу харчових продуктів, котрі називаються функціональними харчовими молочними продуктами, які наразі є одними з найшвидше зростаючих продуктів харчування.

За останні десятиліття споживчий попит у харчовому секторі значно змінився. Сучасні тенденції ринку молочної продукції вимагають від компаній переходу до більш здорового виробництва. Споживачі все більше усвідомлюють тісний зв'язок між дієтою та здоров'ям людини. У цьому сенсі функціональні харчові молочні продукти відіграють важливу роль і наразі є одним із основних напрямків досліджень у харчовому секторі.

Список використаної літератури

1. Берник І. М., Новгородська Н. В., Соломон А. М., Овсієнко С. М., Бондар М. М. Інноваційні технології харчових виробництв: монографія. Вінниця: Видавець ФОП Кушнір Ю. В., 2022. 300 с.
2. Даниленко С.Г., Науменко О.В., Потемська О.І. Біотехнологія як основа сучасних технологій виробництва харчових продуктів. *Продовольчі ресурси*. 2019. 12. С. 64-73. doi.org/10.31073/foodresources2019-12-07
3. Інноваційні напрями розвитку харчових технологій : колективна монографія / за загальн. ред. канд. техн. наук, доц. Н. А. Нагурної. Черкаси: ЧДТУ, 2020. 154 с.
4. Соломон А.М. Нові аспекти виробництва кисломолочних продуктів з пробіотичними властивостями. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2022. Т. 24. № 98. С. 50–56.

5. Соломон А.М., Полевода Ю.А. Пробиотики і їх роль у виробництві кисломолочних продуктів спеціального призначення. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 3 (106). С. 56–65.

Вікторія ПАВЛЮК⁵,
Студентка 4 курсу,
Факультет технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

АНАЛІЗ СИНБІОТИЧНИХ КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

Анотація. У статті було проведено дослідження, що показувало процеси бродіння молока консорціумами лакто- та біфідобактерій. Вивчено вплив біфідостимуляторів, таких як фруктоза та лактулоза, на розвиток мікробіоти, процес утворення кислоти, якість та тривалість зберігання кисломолочних десертів без зміни фізико-хімічних властивостей. Дослідження показало, що використання пектину та крохмалю як стабілізуючої системи сприяє збільшенню кількості життєздатних клітин біфідобактерій і дозволяє отримати структуру, яка є типовою для пасти та пудингів.

Ключові слова: кисломолочні продукти, закваски, пробиотики, пребиотики, ферментовані продукти.

Annotation. In the article, a study was conducted that showed the processes of milk fermentation by consortia of lacto- and bifidobacteria. The influence of bifidostimulants, such as fructose and lactulose, on the development of microbiota, the process of acid formation, the quality and duration of storage of sour-milk desserts without changing the physicochemical properties was studied. The study showed that the use of pectin and starch as a stabilizing system helps to increase the number of viable cells of bifidobacteria and allows to obtain a structure that is typical for pasta and puddings.

Key words: fermented milk products, leavens, probiotics, prebiotics, fermented products.

Вступ. Дослідження спрямоване на вивчення впливу синбіотиків на здоров'я та добробут людини через аналіз їх властивостей, включаючи взаємодію з мікробіотою, поживну цінність та стійкість до зберігання. В статті розглянуто результати досліджень, що дозволять краще зрозуміти користь синбіотичних кисломолочних продуктів, збагачених біфідобактеріями та біологічно активними і фізіологічно цінними речовинами плодово-ягідної

⁵Науковий керівник Соломон А.М., кандидат технічних наук, доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій ВНАУ.

сировини, для здоров'я та дієвість їх впливу на організм людини.

Виклад основного матеріалу. Протягом останніх років спостерігається постійне збільшення популярності кисломолочних продуктів через їх приємний смак і корисні властивості. Мікрофлора традиційних кисломолочних продуктів відрізняється від мікробіому кишечника людини, тому особлива увага приділяється біфідобактеріям [1]. Ці мікроорганізми є важливим фактором захисту організму від негативних умов зовнішнього середовища, підтримуючи здоров'я кишечника та протидіючи патогенам.

Дисбаланс мікрофлори може призвести до відхилень у роботі травно-кишкового тракту, тому важливо забезпечувати підтримку мікробіомної рівноваги для здоров'я людини.

Одним з ключових шляхів у нормалізації дисбалансу кишкового мікробіоценозу у людини є використання синбіотиків, тобто комбінації пробіотиків і пребіотиків, для стимулювання власної мікрофлори кишечника. Це вказує на потенційну перспективу розвитку молочної промисловості через створення функціональних продуктів та збільшення їх біологічної цінності шляхом додавання біфідобактерій та використання багатой на біологічно активні речовини сировини.

В даний час у молочній промисловості спостерігається тенденція вдосконалення технологій отримання продуктів харчування, а також створення нового покоління харчових продуктів, що відповідають вимогам теперішнього часу. На разі молочні десертні функціонального призначення стають все більш популярнішими. Кисломолочні десерти мають високу харчову і біологічну цінність, а також добрі споживчі властивості [2]. Під час їх виробництва використовуються різноманітні смакові добавки, наповнювачі та стабілізатори, які регулюють процес структуроутворення і розширюють асортимент десертів. Крім того, стабілізуючі системи утримують вологу і захищають продукт від мікроорганізмів, що сприяє збереженню свіжості молочних десертів.

Функціональні молочні продукти можуть сприяти підтримці та відновленню мікробної екології людського організму, активувати життєво важливі функції організму і підвищити його стійкість до агресивних умов навколишнього середовища. Досліджено фактори, що впливають на якість і безпеку кисломолочних продуктів, а також ріст і розвиток біфідобактерій. Встановлено вплив стабілізуючої системи на реологічні властивості десертних ферментованих продуктів і розроблено рецептури, а також технології ферментованих молочних десертів з синбіотичними властивостями на основі пре- і пробіотиків. Під час досліджень використовувалися різноманітні загальноприйняті традиційні та спеціальні хімічні, фізичні, фізико-хімічні, біохімічні та мікробіологічні методи аналізу, які описані у відповідних стандартах з технохімічного та мікробіологічного контролю, а також у спеціалізованій літературі.

Відома ціла серія молочних продуктів, збагачених лактулозою, однак найбільш привабливою і технологічно ефективною є кисломолочна продукція з внесенням закваски біфідобактерій, оскільки позитивний біфідогенний вплив

лактозу є клінічно доведеним. В підготовлене молоко вносили попередньо активовану закваску в кількості 5% до маси зразка, а також 1% сиропу лактозу [3]. Сквашування проводилося протягом 24 годин при оптимальних умовах розвитку мікрофлори закваски, тобто за температури $37\pm 3^{\circ}\text{C}$.

У процесі сквашування контролювали наростання активної і титрованої кислотності. Було встановлено, що на момент заквашування значення активної кислотності становило 6,43 одиниці, через 24 години зберігання сквашеного продукту за температури $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ цей показник зменшився до 3,96, а через 7 діб – до 3,92 одиниць рН. Для контрольного зразка, в який не вносили сироп лактозу, активна кислотність відрізнялася незначно і становила через 7 діб 3,88 одиниць. Титрована кислотність суттєво змінилася протягом першої доби зберігання сквашеного продукту і дорівнювала 102°T для зразка з лактозою і 106°T для контрольного зразка. За наступні 6 діб зберігання титрована кислотність наростала дуже повільно і досягла 114°T для синбіотичної суміші та 118°T для контрольного зразка [4].

Обладнання для відбирання проб повинно бути виготовлене з нержавіючої сталі або матеріалу, що не впливає на зміни у відібраній пробі. Для мікробіологічного аналізу обладнання для відбору проб має бути сухим і простерилізованим. Щодо хімічних, фізико-хімічних та органолептичних аналізів, обладнання повинно бути чистим та сухим, не має впливати на запах, смак або консистенцію продукту. Для аналізу молоко перемішують, перевертаючи посудину не менше трьох разів або переливаючи в іншу посудину та назад не менше двох разів, та підігривають або охолоджують до температури $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$. Пробу з відстояним шаром вершків перед дослідженням нагрівають на водяній бані з температурою $(48\pm 2)^{\circ}\text{C}$ до температури $(35\pm 5)^{\circ}\text{C}$ та охолоджують до температури $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$. Молоко та рідкі молочні продукти ретельно перемішують і відбирають проби в кількості не менше 100 см^3 .

Молочні продукти густої та напівгустої консистенції, які були ферментовані або неферментовані, можуть бути густими або напівпускими, або збитими, із додаванням або без додавання стабілізаторів, згущувачів, фруктів або інших інгредієнтів[5]. Після цього, їх необхідно обережно перемішати шпателем або ложкою протягом 1 хвилини, і відразу взяти проби масою не менше 100 грамів.

Далі відбувається нагрівання продуктів з густою консистенцією до температури $(32\pm 2)^{\circ}\text{C}$ на водяній бані, охолодження до $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$, переливання в посудину і забір проб вагою не менше 100 г. Для продуктів, що містять сухе молоко та високий вміст молочного білка або суху лактозу, вживають запобіжні заходи для запобігання проникнення атмосферної вологи в контейнер з продуктом. Маса взятої проби має бути не менше 100 г.

Кислотність молока і молочних продуктів визначається в градусах Тернера, де визначається об'єм $0,1\text{ моль/дм}^3$ розчину гідроксиду натрію для нейтралізації кислих сполук насичених в 100 см^3 або 100 г продукту. Свіже молоко не містить кислоти у вільному стані, його кисла реакція властива присутності білків, кислих солей фосфорної, лимонної та інших органічних

кислот і розчинених у молоці газів.

У конічну колбу місткістю 150 або 200 см³ відміряють за допомогою піпетки 20 см³ дистильованої води та 10 см³ молока або кисломолочного продукту, додають три краплі 1 %-го спиртового розчину фенолфталеїну. Суміш ретельно перемішують і титрують 0,1 моль/дм³ розчином гідроксиду натрію (калію) до появи слабо-рожевого кольору, відповідного до контрольного еталону забарвлення, що не зникає протягом 1 хв.

Контрольний еталон забарвлення для кисломолочних продуктів готують із суміші 10 см³ етилового ефіру, 10 см³ діетилового ефіру, а також 1 см³ розчину сірчаноокислого кобальту концентрацією 25 г/дм³. Строк зберігання еталону не більше 8 год при кімнатній температурі.

Кислотність молока і кисломолочних продуктів у градусах Тернера дорівнює об'єму 0,1 моль/дм³ розчину гідроксиду натрію (калію), витраченого на нейтралізацію 10 см³ молока, помноженому на 10. Розбіжність між паралельними визначеннями не повинна перевищувати 1 °Т.

При виникненні суперечностей використовується потенціометричний метод, що ґрунтується на нейтралізації кислот, що містяться в продукті, за допомогою розчину гідроксиду натрію до попередньо заданого значення рН=8,9, використовуючи блок автоматичного титрування та індикуючи точку еквівалентності за допомогою потенціометричного аналізатора[6].

Для визначення активної кислотності використовують автоматичний прилад рН-метр з діапазоном вимірювань від 0 до 12 (14) од. рН. Перед роботою проводиться перевірка і градування приладу за робочими еталонами 3-го розряду з номінальними значеннями 4,0 і 6,87 од. при температурі 20 °С. Перед перевіркою електронну пару і комбінований рН-електрод ретельно промивають дистильованою водою. Залишки води забирають фільтрувальним папером.

Проби для аналізу готують безпосередньо перед дослідженням. Для вимірювання рН молока або рідкої кисломолочної продукції в склянку місткістю 50 – 100 см³ наливають (40 ± 5) см³ молока або рідкого кисломолочного продукту, перемішаного в склянці скляною паличкою, температурою (20 ± 2)°С та занурюють електроди приладу. Глибина занурення електродної пари в склянку з пробєю повинен бути не менше 30 мм, комбінованого електроду – не менше 16 мм. Електроди не повинні торкатися стінок і дна склянки. Через 10-15 с знімають показання з шкали приладу. Для швидкого встановлення показань приладу вимірювання проводиться при коловому перемішуванні склянки з кисломолочним продуктом. Показання приладу знімають через 3-5 с після встановлення стрілки. Після кожного вимірювання електроди промивають дистильованою водою. При масових вимірюваннях рН молока і молочних продуктів залишки попередньої пробивидальють з електродів наступною пробєю, а електроди промивають дистильованою водою через кожні 3-5 вимірювань. У проміжках між вимірюваннями електроди занурюють у склянку з дистильованою водою.

За кінцевий результат визначення активної кислотності приймають

середнеарифметичне значення двох вимірювань.

Для визначення загальної кількості молочно-кислих бактерій (стрептококів і паличок) відзначають три розведення, в яких молоко згорнулося. Складають числову характеристику. Вона складається з трьох цифр, що вказують число пробірок зі зсілим молоком в трьох останніх розведеннях. Перша цифра числової характеристики відповідає тому розведенню, при якому в двох пробірках молоко згорнулося. Наступні цифри позначають число пробірок зі зсілим молоком в двох наступних розведеннях. Отримане число відповідає кількості клітин молочнокислих бактерій в 1 г або 1 см продукту. Для розширення обсягу виробництва комбінованих сирів та сирних продуктів велике значення має такий вид нетрадиційної сировини, як рослинна. Завдання залучення у виробництво додаткових джерел сировини рослинного походження може бути вирішена шляхом створення комбінованих продуктів, що є найбільш ефективним способом використання тварин і рослинних сировинних ресурсів. Рослинні та тваринні білки взаємно доповнюють один одного за амінокислотним складом і тим самим підвищують біологічну цінність готових продуктів.

Основні представники нормальної кишкової мікрофлори - це анаеробні мікроорганізми, серед яких важливе місце займають біфідобактерії. Здоров'я дитини у перші роки життя в значній мірі залежить від кількості біфідобактерій у кишечнику. З віком частка біфідобактерій у загальному біоценозі здорової людини зменшується, проте вони залишаються переважаючою групою.

Функціональна роль пробіотичних продуктів представлена на рис. 1.



Рис. 1. Функціональна роль БАД-пробіотиків

Вироблені з використанням біфідобактерій кисломолочні продукти набувають лікувальних властивостей внаслідок того, що в них накопичуються ферменти, амінокислоти, органічні і антибактеріальні речовини. Найбільш часто у виробництві використовуються п'ять видів біфідобактерій: *V. bifidum*, *V. longum*, *V. infantis*, *V. breve*, *V. adolescentis*.

Корисні властивості біфідобактерій сприятливо поєднуються з харчовими та дієтичними властивостями молока. На жаль, коров'яче молоко не є оптимальним середовищем для біфідобактерій, тому традиційні методи виробництва молочних продуктів з їх використанням є недоцільними.

Висновки. Згідно до загально прийнятої концепції збалансованого харчування, до важливих умов засвоєння їжі і перетворення її в енергію є необхідність підтримки біоценозу шлунково-кишкового тракту. Отримані експериментальні данні з визначення комбінації консорціумів лакто- і біфідобактерій спрямовані на покращення здоров'я людини. Оздоровчий ефект значною мірою обумовлений біологічно цінними властивостями спеціально підібраних для цього консорціумів молочно- і біфідобактерій. Постійна присутність в кишково-шлунковому тракті достатньої кількості живих клітин при споживанні пробіотичного кисломолочного продукту, які прикріплюються до його стінок, перешкоджає проникненню патогенних мікроорганізмів в епітеліальні клітини кишечника. Здатність пробіотичних мікроорганізмів активно засвоювати нутрієнти, які утворюються в шлунково-кишковому тракті при перетравленні їжі, сприяє росту і розвитку пробіотичних культур з біфідогенними властивостями, і оздоровленню організму людини. Використання різноманітних збагачувачів рослинного походження при виготовленні кисломолочних ферментованих десертів збагачує їх біологічно цінними речовинами, такими як вітаміни, поліфінольні і мінеральні речовини тощо.

Список використаної літератури

1. Соломон А. М., Бондар М. М. Fermented desserts of functional purpose using vegetables. *Збірник наукових праць «Аграрна наука та харчові технології»*. 2018. № 3 (102). С. 168–179.
2. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Обґрунтування складу ферментованих продуктів з використанням рослинних наповнювачів. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3 (110). С. 126–134.
3. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Пробиотики і їх роль у виробництві кисломолочних продуктів спеціального призначення. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 3 (106). С. 56–65.
4. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Кисломолочні десерти збагачені біфідобактеріями. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 2 (105). С. 66–74.
5. ДСТУ 7999:2015. Продукти харчові. Методи визначення молочнокислих бактерій. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 18с.
6. ДСТУ 7355:2013. Молоко, молочні продукти та закваски. Метод визначення кількості біфідобактерій. Київ: ТІММ УААН, ДНДЦ з проблем гігієни харчування МОЗ України, 2013. 18с.

Кіра ЩЕРБИНА⁶,
Студентка 1 курсу,
Факультет технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВИБІР ЗАКВАСКИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ФЕРМЕНТОВАНОГО МОЛОКОВМІСНОГО ПРОДУКТУ З ЗАДАНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

***Анотація.** На сьогоднішній день необхідним завданням постає розробка конкурентоспроможних високоякісних молочних продуктів. Такими можуть бути ферментовані молоковімісні продукти з частковою заміною молочного жиру на рослинні жири. В статті обґрунтований вибір заквашувального препарату для одержання ферментованого молоковімісного продукту на основі досліджень впливу умов заквашування на його органолептичні та фізико-хімічні властивості. Закваски відіграють важливу роль в забезпеченні ефективності виробництва ферментованих молочних продуктів, їх конкурентоспроможності на внутрішньому і зовнішньому ринках. Якість кисломолочних продуктів і сирів залежить у величезній мірі від вживаної при їх виробництві закваски.*

***Ключові слова:** заквашувальний препарат, ферменти, молочний продукт, молочний жир, рослинний жир.*

***Annotation.** Today, the development of competitive high-quality dairy products is becoming a necessary task. These can be fermented dairy products with partial replacement of milk fat with vegetable fats. The article substantiates the choice of a leavening preparation for obtaining a fermented milk-containing product based on studies of the influence of leavening conditions on its organoleptic and physicochemical properties. Sourdough plays an important role in ensuring the efficiency of the production of fermented milk products, their competitiveness on the domestic and foreign markets. The quality of fermented milk products and cheeses depends to a great extent on the leaven used in their production.*

***Key words:** leavening agent, enzymes, dairy product, milk fat, vegetable fat.*

***Вступ.** В наш час молоковімісні продукти з частковою заміною молочного жиру на рослинні жири займають своє місце в асортименті продукції молокопереробних виробництв. Це обумовлено дефіцитом молочної сировини на ринку, що викликає необхідність заміни молока на більш дешевші компоненти, наприклад, рослинні жири. На даний момент перспективним є вироблення продукції з меншим вмістом жиру, ніж спреди, зокрема та, що виробляється за технологією кисломолочних продуктів. Оптимізація таких*

⁶Науковий керівник Морозова Л.П., к. хім. наук, старший викладач кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин ВНАУ.

технологічних процесів є однією з актуальних проблем сьогодення у забезпеченні якості цільового продукту.

Якість ферментованого молоковмісного продукту з комбінованим складом – це сукупність його органолептичних, структурно-механічних та біохімічних властивостей, які зумовлені технологічними параметрами його виробництва [1-3].

Якість сметани значною мірою зв'язана з інтенсивністю та направленістю біохімічних та мікробіологічних процесів, які відбуваються під час заквашування, дозрівання та зберігання цільового продукту. Активність закваски в свою чергу залежить від видового складу мікроорганізмів, які до неї входять, та температурних режимів заквашування [4, 5]. Таким чином, дослідження впливу заквашувальних препаратів на показники якості ферментованого молоковмісного продукту з комбінованим складом сировини є актуальним для впровадження цієї технології у промислове виробництво.

Ферментний препарат є найголовнішим джерелом постачання корисних мікроорганізмів, які за рахунок ферментативних процесів надають продукту відповідні органолептичні і фізико-хімічні характеристики. На сьогодні для виробництва ферментованих молочних продуктів використовують широкий спектр заквашувальних препаратів. Такі багатоштамові композиції мікроорганізмів безпосередньо вносять у молочну основу. Це гомо- та гетероферментативні термофільні та мезофільні культури *Lactococcus lactis ssp. lactis*; *Lactococcus lactis ssp. cremoris*; *Lactococcus lactis ssp. diacetylactis*; *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* та ін. Вид мікроорганізмів, а також їхнє співвідношення, впливатимуть на смак та аромат вихідного продукту, а також на його структурно-механічні властивості та консистенцію. Молочнокислі стрептококи по-різному впливають на властивості молочного згустку [6]. Так, наприклад, *Lactococcus lactis ssp. cremoris* зменшує відокремлення сироватки, а *Lactococcus lactis ssp. diacetylactis* сприяє максимальному виділенню її. Закваски відіграють важливу роль в забезпеченні ефективності виробництва ферментованих молочних продуктів, їх конкурентоспроможності на внутрішньому і зовнішньому ринках. Сьогодні ринок бактеріальних заквасок для ферментування молочних продуктів – один з найбільш насичених у світі. При цьому пропонувані вітчизняними і зарубіжними фірмами бактеріальні засоби мають різноманітний аксонометричний склад (груповий, видовий, штамовий), розрізняються принципами відбору і підбору культур до складу заквашувальної мікрофлори, фізіолого-біохімічними і біотехнологічними властивостями окремих культур, що входять до складу заквашувальних комбінацій, фізичним станом заквасок, кількістю життєздатних клітин заквашувальних мікроорганізмів, способами застосування, призначенням і так далі. Вибір мікроорганізмів для включення їх до складу промислового бактеріального препарату проводиться з урахуванням особливостей технології виробництва кисломолочних продуктів.

Обов'язковим компонентом заквашувальної мікрофлори для усіх ферментованих молочних продуктів є молочнокислі бактерії. З метою надання

продуктам оригінальних органолептичних властивостей, підвищення харчової і біологічної цінності, надання профілактичних і лікувальних властивостей, захисту молочних продуктів від бактеріальних ушкоджень, збільшення термінів зберігання продуктів і т.д. До складу заквашувальної мікрофлори включають окремі види і штами немолочнокислих бактерій, зокрема, біфідобактерії, пропіоновокислі мікроорганізми, оцтовокислі бактерії [5].

Вибір мікроорганізмів для включення їх до складу промислового бактеріального препарату проводиться з урахуванням особливостей технології виробництва кисломолочних продуктів. Підбір окремих штамів і заквасок для кисломолочних продуктів здійснюється за наступними показниками:

- відповідність мікробіологічної чистоти штамів і заквасок по мікроскопічному препарату (відбракування зразків, забруднених сторонньою мікрофлорою);
- активність штамів і заквасок, що характеризується тривалістю сквашування і органолептичною оцінкою (характер згустку, смак, запах);
- вологоутримувальна здатність (вологовіддача);
- межа кислотоутворення, визначувана по титрованій кислотності;
- стійкість до полівалентного бактеріофага;
- антибіотична і антагоністична активність по відношенню до умовнопатогенної і патогенної мікрофлори.

Кисломолочні продукти відрізняються складом заквасок, а отже температурами внесення закваски і сквашування. За характером сквашування кисломолочні продукти ділять на дві групи:

- продукти, отримані в результаті тільки молочнокислого бродіння;
- продукти, отримані в результаті змішаного бродіння: молочнокислого і спиртового.

Дієтичні кисломолочні продукти поділяються на 4 групи:

- продукти з використанням багатокомпонентної закваски (природної) – кумис, кефір. Особливістю їх є 2 види бродіння – молочнокисле і спиртове;
- продукти з використанням мезофільних молочнокислих стрептококів – простокваша звичайна, сир кисломолочний, сметана;
- продукти з використанням термофільних, мезофільних молочнокислих стрептококів і болгарської палички – простокваша, ряжанка, йогурт, кисломолочні напої;
- продукти з використанням ацидофільної палички – ацидофільне молоко, ацидофілін, ацидофільна паста, ацидофільна простокваша, напій з маслянки солодкий, маслянка дієтична.

Використання закваски у виробництві кисломолочних продуктів характеризується заміною випадкової, шкідливої мікрофлор молока корисною (молочнокислою, біфідобактеріями), що створює несприятливі умови для розвитку інших мікроорганізмів. Молочна кислота, що утворюється в процесі молочнокислого бродіння, пригнічує гнильну мікрофлору, оберігаючи організм від повільного отруєння. В процесі життєдіяльності молочнокислих бактерій в

молоці накопичуються біологічно активні речовини (ферменти, вітаміни, органічні кислоти та ін.), що надають продукту дієтичні і лікувальні властивості. Уперше звернув увагу на користь кисломолочних продуктів вчений І.І. Мечніков. Він запропонував щоденне споживання простокваші або інших кисломолочних продуктів, що зберігають людині довголіття. Високу лікувально-профілактичну дію при різних шлунково-кишкових захворюваннях мають продукти, що виготовлені з використанням ацидофільних молочнокислих паличок і болгарської палички, які є представниками нормальної кишкової мікрофлори.

Для виробництва сиру, сметани, звичайної простокваші використовують закваску, що складається з мезофільних, термофільних і ароматоутворюючих стрептококів. При підборі заквасок для сиру кисломолочного застосовують штами, що утворюють щільний згусток, з хорошою вологовіддачею і приємним кисломолочним смаком, мають помірну граничну кислотність і виражену антибіотичну активність [6].

На молочні заводи закваски поступають із спеціальних мікробіологічних лабораторій в рідкому або сухому виді. Рідкі закваски активніші, але термін придатності їх обмежений. На підприємствах молочної промисловості з заквасок, отриманих з лабораторій чистих культур, готують спочатку лабораторну, потім виробничу закваску.

Метою даної роботи є визначення можливості застосування заквашувальних препаратів прямого внесення для отримання ферментованого молоковмісного продукту, також обґрунтувати доцільність застосування комбінації заквашувальних препаратів.

Виклад основного матеріалу. Предметом нашого дослідження були: суміш з комбінованим складом сировини на основі вершків і рослинного жиру з масовою часткою загального жиру 15%, ферментована суміш після сквашування та готовий продукт з комбінованим складом сировини, одержаний після теплового оброблення ферментованої суміші з комбінованим складом сировини з масовою часткою загального жиру 15%. Співвідношення заміни молочного жиру рослинним складало 75:25. Вершки отримували із незбираного молока. В якості рослинного жиру використовували заміник молочного жиру з масовою часткою жиру 99,7% і температурою плавлення 33 °С. Жирові компоненти піддавали емульгуванню в роторно-вихрвовому емульгаторі. Ефективність емульгування суміші перевіряли методом відстоювання. Дослідні зразки сумішей з комбінованим складом сировини на основі вершків і рослинного жиру з масовою часткою загального жиру 15% заквашували комерційними препаратами прямого внесення на основі мезофільних та термофільних культур. Для досліджень було застосовано такі заквашувальні препарати:

– препарат №1, що складається з *Lactococcus lactis ssp. lactis*, *Lactococcus lactis ssp. cremoris*;

– препарат №2, що складається з *Lactococcus lactis ssp. lactis*; *Lactococcus lactis ssp. cremoris*; *Lactococcus lactis ssp. diacetylactis*; *Streptococcus salivarius*

ssp. Thermophilus (для виробництва сметани та інших кисломолочних продуктів);

– препарат №3, що складається з *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*.

Температура заквашування для препаратів №1 і №2 складала 30-34°C, для препарату №3 – 37-40°C.

Для виготовлення ферментованого продукту з комбінованим складом сировини було вивчено можливість застосування комерційних заквашувальних препаратів прямого внесення №1, №2 та №3. Зазначені заквашувальні препарати мають різний видовий склад, що надає можливість отримувати ферментовані продукти з різними органолептичними показниками та різної в'язкості. У таблиці 1 наведено характеристики контрольних і дослідних ферментованих сумішей, сквашених препаратами прямого внесення №1, №2 та №3 за рекомендованих для кожного препарату температур.

Як видно з таблиці 1, показники титрованої кислотності та діаметр розтікання дослідних зразків ферментованих сумішей були дещо нижчими порівняно з відповідними контрольними.

Таблиця 1

Органолептичні показники ферментованих молоковісних сумішей із різними заквашувальними препаратами

Контроль із заквашувальними препаратами			Ферментований молочножировий продукт із заквашувальними препаратами		
№1	№2	№3	№1	№2	№3
Зразки					
I	II	III	IV	V	VI
Консистенція та зовнішній вигляд					
Однорідна, недостатньо густа	Однорідна, в міру густа	Однорідна, густа	Однорідна, недостатньо густа	Однорідна, в міру густа	Однорідна, густа
Вигляд глянцевої					
Смак та аромат					
Чистий кисломолочний з вираженим смаком та ароматом пастеризації		Чистий кисломолочний з вираженим смаком та ароматом пастеризації, солодкуватий присмак	Чистий кисломолочний, але з не достатньо вираженим смаком	Кисломолочний з вираженим смаком та ароматом пастеризації, солодкуватий присмак	
Колір					
Білий з кремовим відтінком, рівномірний за усією масою					
Титрована кислотність, °Т					
72±1	75±1	73±1	71±1	73±1	74±1
Діаметр розтікання, мм					
69±2	55±1	68±2	67±1	53±2	66±1

Дослідні зразки IV та V за органолептичними показниками мали недостатньо виражений смак. Тому для покращення органолептичних

властивостей молоковісного продукту була опрацьована можливість комбінування вищезгаданих заквашувальних препаратів у рівних співвідношеннях. Зокрема, препарати №1 та №2 (комбінація 1), препарати №2 та №3 (комбінація 2), препарати №1 та №3 (комбінація 3).

Висновки. Таким чином, нами визначена можливість застосування заквашувальних препаратів прямого внесення для отримання ферментованого молоковісного продукту з масовою часткою загального жиру 15% та заміною молочного жиру на рослинний у співвідношенні 75:25. Також обґрунтовано доцільність застосування комбінації заквашувальних препаратів №1 та №2, що за сумісного використання забезпечують високі органолептичні показники продукту на виході (однорідна, густа консистенція, глянцева вигляд, приємний кисломолочний смак).

Список використаної літератури

1. Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення. Частина 1. За ред. О.І. Черевка, М.І. Пересічного. Х.: ХДУХТ, 2017. 940 с.
2. Савченко О.А., Грек О.В., Красуля О.О. Технологія виробництва молочних продуктів спеціального призначення. Київ: ЦП Компрінт. 2017. 218 с.
3. Дяконова А.К., Нестеренко В.В. Сучасний стан і перспективи розвитку виробництва харчових продуктів геродієтичного призначення. *Харчова наука*. 2014. № 3(28). С. 3–8.
4. Lyck S.D., Nilsson L.E., Tamime A.H. Miscellaneous fermented milk products. A. Y. Tamime (Ed.). *Fermented Milks*. 2006. Oxford: Blackwell Publishing. p. 218-221.
5. Цехмістренко С.І., Кононський О.І. Біохімія молока та молокопродуктів. Біла Церква: Білоцерківська книжкова фабрика. 2014. 168 с.
6. Власенко В.В., Головка М.П., Семко Т.В., Головка Т.М. Технологія молока та молочних продуктів. Харків: ХДУХТ. 2018. 202 с.

Ольга ПРОЦЮК⁷,
Студентка 1 курсу,
Факультет технології виробництва,
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОЦІНКА ПРОДУКТІВ РОЗПАДУ СОНЯЧНОЇ ТА УФ-ІНДУКОВАНОЇ ФОТОЛІТИЧНОЇ ДЕГРАДАЦІЇ ХАРЧОВОГО БАРВНИКА ТАРТРАЗИНУ (E 102)

***Анотація.** Об'єктом дослідження у роботі був обраний синтетичний харчовий барвник тартразин (E 102) жовтого кольору, який додається для надання забарвлення у морозиво, гірчицю, йогурти, газовані напої, кондитерські вироби, алкогольні та безалкогольні напої, макарони, молочні вироби, сири, кетчупи, соуси, драже, джеми, пюре тощо.*

Завданням дослідження було дослідити вплив таких факторів, як доза енергії, час опромінення, рН середовища і початкова концентрація барвника на процес знебарвлення харчового барвника тартразину.

Результати цього дослідження дають змогу прогнозувати фізико-хімічні властивості складних харчових барвників, що містять тартразин. Отримані результати можуть знайти застосування в технологіях харчової промисловості, медицині, хімії та біології. Дослідження хімічного перетворення харчового барвника тартразину є важливим для біології та нутриціології, оскільки воно допомагає зрозуміти вплив його на здоров'я людини.

***Ключові слова:** харчові барвники, УФ-опромінення, фотодеградація, високоефективна рідинна хроматографія, кислотність середовища.*

***Annotation.** The object of the study was the yellow synthetic food dye tartrazine (E 102), which is added to give color to ice cream, mustard, yogurts, carbonated drinks, confectionery, alcoholic and non-alcoholic drinks, pasta, dairy products, cheeses, ketchups, sauces, dragees, jams, purees, etc.*

The tasks of the study were the following: to investigate the effect of such factors as energy dose, irradiation time, pH of the medium and the initial concentration of the dye on the decolorization process of the tartrazine dye;

The results of this study make it possible to predict the physicochemical properties of complex food dyes containing tartrazine. The obtained results can be used in food industry technologies, medicine, chemistry and biology. The study of the chemical transformation of the food dye tartrazine is important for biology and nutrition, as it helps to understand its impact on human health.

***Key words:** food dyes, UV-irradiation, photodegradation, high-performance liquid chromatography, acidity of the environment.*

⁷Науковий керівник: Морозова Л.П., к. хім. наук, старший викладач кафедри технології розведення, виробництва, переробки продукції дрібних тварин ВНАУ.

Вступ. Одним з найважливіших і складніших завдань сьогодення є забезпечення населення Земної кулі продуктами харчування. Будучи одним з найважливіших чинників навколишнього середовища, харчування з моменту народження до найостаннішого дня життя людини впливає на його організм.

Інгредієнти харчових речовин, поступаючи в організм людини з їжею і перетворюючись в ході метаболізму в результаті складних біохімічних перетворень на структурні елементи клітин, забезпечують наш організм пластичним матеріалом і енергією, створюють необхідну фізіологічну і розумову працездатність, визначають здоров'я, активність і тривалість життя людини, його здібність до відтворення. Тому стан харчування є одним з найважливіших чинників, що визначають здоров'я нації. Продукти харчування повинні не тільки задовольняти потреби людини в основних харчових речовинах і енергії, але і виконувати профілактичні і лікувальні функції. Серед речовин, що визначають зовнішній вигляд харчових продуктів, найважливіше місце належить харчовим барвникам. Згідно з Директивою Європейського парламенту і Ради ЄС 94/36 харчові барвники – це хімічні синтетичні речовини або природні сполуки, які надають чи посилюють колір харчового продукту або біологічних об'єктів; не вживаються зазвичай як харчовий продукт або складова частина їжі.

На вицвітання барвних матеріалів впливає багато факторів навколишнього середовища, таких як хімічна структура барвника, хімічне середовище, температура навколишнього середовища, вологість і радіація.

Зазвичай УФ-випромінювання має достатньо енергії, щоб спричинити розрив нестабільних зв'язків або трансформацію структури барвника. Автори роботи [1] показали у своєму дослідженні, що деякі харчові, лікарські та косметичні барвники, включаючи азобарвник жовтий 5 (також відомий як тартразин), придатні для розкладання під час опромінення УФ-світлом. Зміна хімічної молекули може призвести до утворення нових сполук, які можуть бути більш або менш шкідливими для людини. Згідно з нижче зниження загального органічного вуглецю (ЗОВ), коли у порівнянні з відсотком розпаду тартразину в процесі Фото-Фентона, 43% і 98% відповідно, припустив, що барвник розкладається до менших за розміром молекул, таких як альдегіди та органічні кислоти [2]. Існує суперечка щодо його генотоксичного потенціалу та інших несприятливих ефектів [3, 4, 5]. Таким чином, очевидно, що дискусія щодо токсичної дії тартразину почалася давно, і, як можна побачити в наведених вище дослідженнях, навіть сьогодні немає чіткого консенсусу з цього питання.

Інтерес даної роботи полягає у вивченні тартразину як моделі азобарвника, що широко використовується в харчовій промисловості. Метою даної роботи є дослідження деградації тартразину за допомогою ультрафіолетового та сонячного опромінення з використанням високоефективної рідинної хроматографії в поєднанні з діодною матрицею (HPLC-DAD-аналіз), імітуючи експериментальні ситуації, коли тартразин піддають штучному та сонячному опроміненню. Наш особливий інтерес полягав у тому, щоб зосередитися на доказах утворення шкідливих побічних

продуктів для харчового барвника під впливом різних умов опромінення. Розуміння шляху біотрансформації барвника під впливом світла може допомогти нам передбачити токсичність утворених побічних продуктів.

Виклад основного матеріалу. Фотолітичні експерименти проводили з використанням закритих і відкритих реакторів. Для внутрішнього обладнання використовувався однокамерний реактор об'ємом 300 мл, який підтримували при 20 °C за допомогою термостатично контрольованої водяної бані (Nova Técnica, Бразилія). Розчин барвника освітлювали за допомогою ртутної лампи Philips потужністю 125 Вт ($I = 21 \text{ мВт/см}^2$), без скляної трубки та вставленої в кварцову колбу як джерело ультрафіолетового світла (315-400 нм). Розчин постійно перемішували. УФ-опромінення як від штучного, так від сонячного джерела вимірювалося за допомогою УФ-радіометру Solar Light Co (PMA2100).

HPLC-DAD-аналіз (High-performance liquid chromatography with diode-array detection) – високоефективна рідинна хроматографія з фотодіодним детектором (HPLC-DAD) була проведена за допомогою хроматографа Shimadzu SCL-10AVP, оснащеного автоматичним пробовідбірником.

Концентрацію тартразину визначали за допомогою калібрувальної кривої, побудованої в лінійному діапазоні концентрацій від 1 до 9 ммоль/л. Аналіз проводили з використанням оптимізованих умов HPLC-DAD, площа кожного піку була пов'язана з відповідною концентрацією при 427 нм за допомогою наступного рівняння: $\text{Площа} = 1,03 \times 10^5 + 2,06 \times 10^{10} \text{ концентрація}$, $n = 7$, $r = 0,9962$, з виявленням, межі кількісного визначення дорівнюють 0,12 і 0,39 мкмоль/л відповідно. Усі експерименти з використанням рідинної хроматографії в поєднанні з мас-спектрометрією були записані в тандемній мас-спектрометрії з електророзпилювачем (ESI-MS/MS) QTrap (Applied Biosystems 3200 QTrap). Газом зіткнення був азот. Напруга електророзпилення іонів, температура джерела іонів і потенціал десольватації становили -4,5 кВ, 650 °C і -50 В відповідно. Швидкість сканування була встановлена на 4000 UMA/с протягом 400 мс та енергія зіткнення 10, 30 і 50 В. Вхідний потенціал становив 8 В. Попереднє розділення було виконано за допомогою колонки Agilent Zorbax C18 (внутрішній діаметр 150 x 4,6 мм). Поглинання УФ-видимого діапазону реєстрували за допомогою спектрофотометра Hewlett Packard 8453, що працює від 200 до 800 нм, і кварцової кювети. Відсоток зміни кольору тартразину ($k = 427 \text{ нм}$) розраховували за допомогою рівняння. Тестували в дублікатах, оскільки об'ємів оброблених розчинів було недостатньо для експериментів із залежністю від дози.

Вплив рН на знебарвлення розчину тартразину у концентрації 1×10^{-5} моль/л під впливом УФ-опромінення контролювали від рН 2,0 до 10,0 (початкове значення рН регулювали за допомогою розчину 0,1 моль/л H_2SO_4 або 0,1 моль/л розчину NaOH). На рис. 1а показано, що 100%-не знебарвлення було досягнуто після 20 хв опромінення.

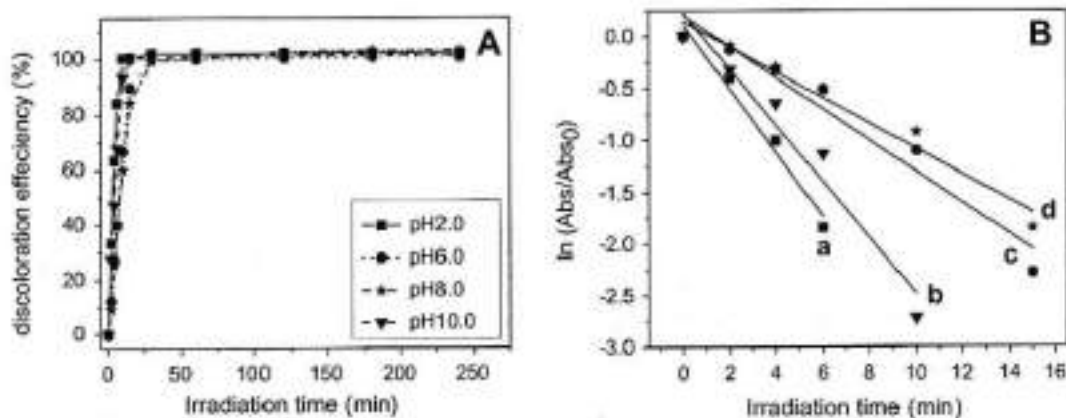


Рис. 1. (А) Знебарвлення у відсотках та (В) швидкість зміни кольору під УФ-опроміненням розчину тартразину концентрацією 1×10^{-5} моль/л при значеннях рН: (а) 2,0, (б) 10,0, (с) 6,0 і (д) 8,0, відповідно до кінетики реакцій першого порядку.

Константи були розраховані з кінетики реакцій першого порядку (рис. 1b) і поточні значення 0,306, 0,150, 0,122 і 0,270 хв^{-1} відповідно для рН 2,0, 6,0, 8,0 і 10,0. Максимальні значення отримано при кислому рН, ймовірно, внаслідок гідролітичного десульфування молекули, де ароматичні кільця молекул сульфенової кислоти не протоновані в основному стані. Тоді протонування має відбуватися при електронному збудженні, будучи найнижчим синглетним збудженим станом (S1) реактивно збудженого стану. Відомо, що чим більше значення константи швидкості деградації (k), тим швидше відбувається зникнення барвника, присутнього, наприклад, у річках. Таким чином, можна встановити залежність між k і часом напіврозпаду для даної речовини: враховуючи характеристичне рівняння кінетики першого порядку $\ln(A_t/A_0) = -kt$, і той факт, що $t_{1/2}$ визначається як час, необхідний для зниження концентрації речовини до половини початкового значення, можна виконати математичні операції, що призводить до рівняння часу напіврозпаду: $t_{1/2} = \ln 2/k$. Беручи до уваги константу швидкості $k = 0,150 \text{ хв}^{-1}$ (для розчину 1×10^{-5} моль/л, рН 6,0), отриману раніше, було знайдено значення $t_{1/2} = 5 \text{ хв}$, тобто 5 хв займає половину зниження початкового значення концентрації тартразину. Навіть незважаючи на те, що отримані тут результати показують, що дозування енергії вище, ніж у навколишньому середовищі, вони все ще виправдовують занепокоєння цього дослідження.

Відомо, що УФ-частка сонячного випромінювання послаблюється, коли воно проходить через атмосферу Землі, розсіюється та поглинається киснем і озоном. Усе УФ-С-випромінювання (100-290 нм) поглинається озоновим шаром, тоді як 90% випромінювання з довжиною хвилі від 290 до 315 нм досягає поверхні Землі. Таким чином, середовище в основному піддається впливу УФ-А (315–400 нм), УФ-В (290–315 нм), видимого та інфрачервоного випромінювання.

Таблиця 1 показує дози енергії, розраховані після кожного часу витримки та відповідної температури розчину, які спостерігали під час знебарвлення розчину тартразину 1×10^{-5} моль/л (рН 6,0) під дією сонячного світла. УФ-А-

опромінення, виміряне в день експерименту, становило 0,95 мВт/см². Важливо зазначити, що доза енергії показана на осі абсцис графіків відповідає ефективній дозі енергії, яка відрізняється від виміряної енергетичної дози, оскільки об'єми реактора та розчину, які ефективно опромінюються сонячним світлом, в експериментах неоднакові.

Таблиця 1

Дози енергії, розраховані за результатами вимірювань сонячного УФ-А-опромінення та температури розчину під час знебарвлення розчину тартразину 1×10^{-5} моль/л (рН 6,0) між 10:00 і 16:00 год.

Час (год)	Час опромінення (год)	Доза енергії (Дж/см ²)	Температура, °С
10:00	0	-	32,00
11:00	1	1,56	36,00
12:00	2	2,28	38,00
13:00	3	3,88	39,00
14:00	4	5,34	40,00
15:00	5	6,66	42,00
16:00	6	7,69	42,00

Аналіз методом HPLC-DAD та УФ-спектрофотометрії показує, що під дією сонячного опромінення не було модифікації барвника протягом 6 годин після впливу. Не спостерігалось зменшення поглинання в УФ-видимому спектрі та відсутність піку або зменшення піку тартразину на хроматограмах ВЕРХ. Подібні досліди проводили для розчинів тартразину при значеннях рН 2,0 і 10,0. Результати також показали відсутність погіршення. Згідно з [2] тільки 5% сонячної радіації має велику енергетичну величину. Крім того, сонячна енергія є більш інтенсивною в діапазоні довжин хвиль від 450 до 550 нм, у видимій області, і менш інтенсивною в УФ-області, особливо при 254 нм, і ймовірно тому не відбулося погіршення протягом досліджуваного періоду часу. Отже, враховуючи продуктивність, отриману для розчину барвника концентрацією 1×10^{-5} моль/л, опроміненого ртутною лампою (125 Вт), знадобилася б доза енергії 37,8 Дж/см² (час опромінення 30 хв) для деградації хромофорної частини (повне знебарвлення). Враховуючи, що доза енергії, досягнута сонячним опроміненням, протягом 6 годин становила 7,69 Дж/см², необхідно близько 30 годин впливу сонячного опромінення, щоб сприяти знебарвленню даного розчину, враховуючи той самий період опромінення та подібні кліматичні умови.

Крім того, як згадувалося раніше в тексті, УФ-частка сонячного випромінювання послаблюється, вона проходить через атмосферу Землі, розсіюється та поглинається киснем і озоном. Таким чином, його світлове випромінювання буде меншим у порівнянні зі світловим випромінюванням від штучного джерела, спостерігалось за наданими даними. Дослідження проводили протягом визначеного діапазону часу (максимум 6 годин для сонячного опромінення).

Висновки. Таким чином, доза енергії 7,69 Дж/см², досягнута сонячним світлом після 6 годин опромінення, показала, що під дією сонячного

опромінення продукти розпаду, ймовірно, утворюватимуться після 30 годин опромінення.

Повне знебарвлення азобарвника тартразину спостерігалось після 30 хв впливу дози енергії $37,8 \text{ Дж/см}^2$ при рН 6,0 і концентрації 1×10^{-5} моль/л розчину тартразину. Процес відбувався за кінетикою першого порядку з постійною швидкістю деградації $0,150 \text{ хв}^{-1}$.

Результати даного дослідження дають змогу прогнозувати фізико-хімічні властивості складних харчових барвників, що містять тартразин. Отримані результати можуть знайти застосування в технологіях харчової промисловості, медицині, біології, а також екології з метою контролю безпеки продуктів фотолітичного розкладу тартразину, які потрапляють та знаходяться у стічних водах промислових виробництв.

Список використаної літератури

1. Putt K.S., Kernick E.R., Lohse B.K., et al. The use of chromophore and fluorophore degradation to quantitate UV dose: FD&C dyes as chemical identifiers for UV sterilization. *Journal of Microbiological Methods*. 2012. № 91. P. 215–221.

2. Oancea P., Meltzer V. Photo-Fenton process for the degradation of tartrazine (E102) in aqueous medium. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. 2013. № 44. P. 990–994..

3. Combes, R.D. On the mutagenicity of tartrazine (FD & C Yellow No. 5). *Archives of Toxicology*. 1986. № 59. P. 67–68.

4. Holcapek, M., Volna, K., Vanerkova, D. Effects of functional groups on the fragmentation of dyes in electrospray and atmospheric pressure chemical ionization mass spectra. *Dyes et Pigments*. 2007. № 75. P. 156–165.

5. Holcapek, M., Jirasko, R., Lisa, M. Basic rules for the interpretation of atmospheric pressure ionization mass spectra of small molecules. *Journal. of Chromatography. A*. 2010. № 1217. P. 3908–3921.

Марина ГРИНЕВИЧ⁸,
студентка 4 курсу,
факультет технології виробництва, переробки
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЗНАЧЕННЯ КИСЛОМОЛОЧНИХ НАПОЇВ В ДІЄТИЧНОМУ ХАРЧУВАННІ

Анотація. Державна політика у сфері здорового харчування є важливим і своєчасним питанням. Це пов'язано з тим, що сьогодні харчування, яке не відповідає потребам організму, загрожує національній безпеці.

У статті проаналізовано стан харчування населення України за останні роки. Доведено, що недостатнє надходження вітамінів, мінералів і мікроелементів з продуктами харчування шкодить здоров'ю, що призводить до зниження фізичної та розумової працездатності, опірності до різних захворювань і посилення несприятливого впливу на організм несприятливих умов навколишнього середовища, шкідливих виробничих факторів, нервово-емоційного напруження та стресів.

Ключові слова: кисломолочні продукти, закваски, пробіотики, пребіотики, ферментовані продукти.

Annotation. State policy in the field of healthy eating is an important and timely issue. This is due to the fact that today nutrition that does not meet the needs of the body threatens national security.

The article analyzes the nutritional status of the Ukrainian population in recent years. It is proved that insufficient intake of vitamins, minerals and trace elements from food is harmful to health, which leads to a decrease in physical and mental performance, resistance to various diseases and increased adverse effects on the body of adverse environmental conditions, harmful occupational factors, nervous and emotional stress and stress.

Key words: fermented milk products, leavens, probiotics, prebiotics, fermented products.

Вступ. Повноцінне харчування з урахуванням умов життя, праці та традицій забезпечує сталість внутрішнього середовища організму людини та діяльність різних органів і систем [1,5].

Останніми роками стан харчування населення України характеризується негативними тенденціями як з точки зору енергетичної адекватності, так і хімічного складу раціону [4, 8]. Функціональні харчові продукти - це продукти, які знаходяться між продуктами загального споживання, продуктами, що

⁸Науковий керівник Соломон А.М., кандидат технічних наук, доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій ВНАУ.

входять до раціонів харчування основних груп населення та лікувально-профілактичними продуктами.

Такі продукти позитивно впливають на організм людини, оскільки містять фізіологічно функціональні харчові компоненти, які мають біологічно значущий вплив на окремі або всі органи і системи людського організму, в тому числі на систему травлення [8]. Великий інтерес представляють напої, їх розглядають в якості оптимального харчового продукту, який можна використовувати для збагачення раціону харчування людини, в склад якого входять біологічно активні речовини, незамінні нутрієнти. Все це в цілому сприятливо впливає на функціональний стан, обмін речовин і імунну систему організму [7].

Метою даного дослідження є наукове обґрунтування складу і технології кисломолочного продукту, збагаченого пророщеними зернами ячменю і сиропом шипшини. Також потрібно дослідити органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні властивості продукту, встановити технологічні параметри виробництва.

Виклад основного матеріалу. Молоко, завдяки своєму повноцінному складу, є ідеальною сировиною для функціональних продуктів харчування. До найбільш поширених молочних продуктів функціонального призначення відносяться традиційні кисломолочні продукти (кефір, ряжанка, варенець, кисле молоко, ацидофілін та ін.). Їх систематичне вживання сприяє підтримці і відновленню мікробної екології в організмі людини, в першу чергу шлунково-кишкового тракту [6].

Кисломолочні продукти містять живі мікроорганізми, в тому числі пробіотики, які створюють несприятливі умови для розвитку патогенної мікрофлори в організмі людини.

Пробіотик – функціональний харчовий інгредієнт у вигляді корисних для людини (не патогенних і нетоксикогенних) живих мікроорганізмів, що забезпечує при систематичному вживанні людиною в їжу безпосередньо у вигляді препаратів або біологічно активних добавок, сприятливо діє на організм людини в результаті нормалізації складу і підвищенню біологічної активності нормальної мікрофлори кишківника.

Пробіотики - це функціональні харчові інгредієнти у вигляді живих мікроорганізмів, які є корисними для людини (непатогенні і нетоксичні) і які при систематичному прийомі людиною безпосередньо у вигляді лікарських препаратів або дієтичних добавок нормалізують склад нормальної мікробіоти кишечника і підвищують її біологічну активність, що призводить до благотворного впливу на організм людини.

В процесі життєдіяльності молочнокислих бактерій накопичується комплекс біологічно активних речовин (ферменти, молочна, оцтова кислота, антибіотики). Дієтичні кисломолочні продукти покращують обмін речовин, стимулюють секрецію шлункового соку і збуджують апетит.

Пребіотик – функціональний харчовий інгредієнт у вигляді речовини або комплексу речовин, що забезпечує при систематичному вживанні в їжу

людиною в складі харчових продуктів сприятливу дію на організм людини у результаті виборчої стимуляції росту і підвищення біологічної активності нормальної мікрофлори кишківника. Основними видами пребіотиків є: полісахариди, поліспирти, амінокислоти і пептиди, ферменти, органічні низькомолекулярні і ненасичені вищі жирні кислоти, антиоксиданти, корисні для людини рослинні і мікробні екстракти.

Цінність кисломолочних продуктів у функціональному харчуванні обумовлюється насамперед унікальним складом мікрофлори, харчовою і біологічною цінністю продуктів [8].

Для того, щоб зробити висновок про харчову цінність кисломолочних продуктів необхідно детально розглянути харчові речовини, що входять до його складу.

Домінуючим вуглеводом кисломолочних продуктів є лактоза. Вплив лактози кисломолочних продуктів на організм людини з її непереносимістю значно відрізняється від впливу на організм цієї категорії людей лактози молока.

Високий ступінь засвоюваності вуглеводів кисломолочних продуктів означає, що цей продукт можна розглядати, як корисне джерело енергії для його споживачів.

Білки молока є біологічно повноцінними. Як сироваткові білки (а-La і Ц-Lg), так і казеїни містять всі незамінні амінокислоти. У молочному білку містяться практично всі життєво важливі і необхідні організму амінокислоти: альбумін, глобулін, лізин, аргінін, казеїн, валін, лейцин, а також практично повністю зберігаються в кисломолочних продуктах [7].

Білки кисломолочних продуктів повністю перетравлюються у травному тракті людини, причому перші стадії розщеплення білків в деякій мірі вже відбуваються під впливом ферментів заквасок мікрофлори.

Ступінь розщеплення білків залежить від виду бактерій, але невелика кількість амінокислот і пептидів завжди утворюється вже на стадіях приготування кисломолочних продуктів. Білки перед надходженням в травний тракт вже знаходяться в коагульованому стані і при попаданні в шлунок утворюють пухкий, ніжний згусток. Таким чином, кисломолочні продукти є прекрасним джерелом легкозасвоюваного повноцінного білка. Вміст жирів в кисломолочних продуктах коливається від 0,1 до 10%.

Говорячи про користь кисломолочних продуктів з високим вмістом жиру, слід зазначити, що молочний жир містить дуже широкий спектр жирних кислот.

Вміст вітамінів у кисломолочних продуктах залежить від типу продукту, способу виробництва, типу добавок і ароматизаторів та закваски мікрофлори. Приблизний вміст вітамінів у кисломолочних продуктах, таких як йогурт і незбиране молоко, наведено в таблиці 1.

У порівнянні з натуральним незбираним молоком, кисломолочні продукти зазвичай характеризуються вищим вмістом неорганічних речовин на одиницю ваги продукту.

Таблиця 1

Вміст вітамінів у йогурті та незбираному молоці на 100 г продукту

Склад	Незбиране молоко	Йогурт			
		знежирений	жирний	нежирний	нежирний фруктовий
Ретинол, мг	52	1	28	8	10
Каротин, мкг	21	-	21	5	4
Тіамін, (В1), мкг	30	40	60	50	50
Рибофлавін (В2), мкг	170	170	270	250	210
Піридоксин (В6), мкг	60	60	100	90	80
Ціанкобаламін, (В12)	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2
Вітамін С, мг	1	1	1	1	1
Вітамін Д, мкг	0,03	-	0,04	0,01	0,01
Вітамін Е, мкг	90	-	50	10	10
Фолієва кислота, мкг	6	5	18	17	16
Нікотинова кислота,	100	100	200	100	100
Пантотенова кислота,	350	320	500	450	330
Біотин, мкг	1,9	1,9	2,6	2,9	2,3
Холін, мг	12,1	4,8	-	0,6	

Перша письмова згадка про пророщене насіння як їстівне походить з Китаю: понад 5 000 років тому китайські фермери вже їли паростки. Йоги в Індії та довгожителі Гімалаїв виявляли великий інтерес до проростків пшениці як до поживної їжі взимку.

Додаючи ці проростки в їжу, людина отримує найбільш доступні форми поживних речовин, активні ферментні системи рослин, макро- і мікроелементи та велику кількість антиоксидантів. Всі ці складні поживні речовини органічно включені в живу рослинну тканину в збалансованих кількостях і пропорціях. Таке незвичайне поєднання корисних властивостей у цьому продукті визначає його здатність повертати людям справжнє здоров'я.

Пророщене насіння – оздоровчий продукт. При регулярному споживанні під впливом найрізноманітніших корисних для людини речовин, а також енергії проростання насіння відбувається оздоровлення організму, позбавлення одночасно від багатьох недуг. При включенні насіння в раціон стимулюється обмін речовин і кровотворення, підвищується імунітет, компенсується дефіцит вітамінів і мінералів, нормалізується кислотно-лужна рівновага, очищаються шлаки і токсини в організмі, прискорюється травлення, підвищується енергія і сповільнюються процеси старіння.

Ячмінь – це природний вітамінно-мінеральний комплекс, який надає сили і зміцнює пам'ять. Ячмінь зібрав у собі всі поживні речовини, які необхідні людині для нормальної життєдіяльності та міцного здоров'я. Крім того ячмінь – чемпіон за вмістом в природному вигляді кальцію, калію, марганцю і заліза, магнію, йоду, броду, кобальту, стронцію та ін. [8].

Шипшина (лат. Rosa) – рід дикорослих рослин сімейства Рожеві. Завдяки

унікальному біохімічному складу шипшини збагачення кисломолочних продуктів сиропом шипшини є перспективним і доцільним, оскільки він ще багатший на вітамін С та інші біологічно цінні речовини. Найбільш приємним кисломолочним смаком з легким «рослинним» присмаком зерен і хорошою консистенцією з щільним згустком, без відділення сироватки мають зразки з масовою часткою зерен 4% і 6%.

Таблиця 2

Хімічний склад плодів шипшини

Харчові речовини	Кількість
Сухі речовини, %	32-55
Цукор, %	8-20
Пектинові речовини, %	2,7-4,3
Клітковина, %	4,0
Дубильні і фарбувальні речовини, %	1,5-3,9
Ефірне масло, %	0,04
Кальцій	16-28
Натрій	5-6
Калій	23-51
Магній	6-8
Фосфор	13
Залізо	1-3,6
Харчові речовини	-
Вітаміни, мг / 100 г	-
Аскорбінова кислота (С)	670-3800
Тіамін (В)	0,05
Рибофлавін (В2)	0,33-0,88
Фолацин (Нд)	0,1-0,25
Ніацин (РР)	0,6
Р-каротин (А)	2,0-2,6
Філохінон (К)	0,6-1,2

Органолептичні властивості зразків з різною масовою часткою пророщених зерен представлені в таблиці 3.

Таблиця 3

Дослідження органолептичних властивостей зразків із різною масовою часткою пророщених зерен

Зразок	Смак і запах	Колір згустку	Консистенція
Контроль	Чистий кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів	Білий	Щільний згусток, однорідна консистенція
Масова частка зерен 2%	Чистий кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів	Білий	Щільний згусток, однорідна консистенція
Масова частка зерен 4%	Кисломолочний, з легким «рослинним» присмаком зерен	Білий зі злегка кремовим відтінком	Щільний згусток, однорідна консистенція

Продовження таблиці 3

Масова частка зерен 6%	Кисломолочний, з легким «рослинним» присмаком зерен	Білий з кремовим відтінком	Щільний згусток, однорідна консистенція
Масова частка зерен 8%	Кисломолочний, з вираженим «рослинним» присмаком зерен	Кремовий	Згусток щільний з незначним відділенням сироватки, однорідний

Для визначення оптимального зразка за органолептичними показниками було проведено дегустацію досліджуваних зразків. Дегустацію проводили в п'ять етапів. Результати дегустації показали, що максимальну кількість балів набрав зразок з масовою часткою пророслих зерен ячменю 6%.

Сироп шипшини має закріплюючу дію, стимулює неспецифічну резистентність організму, сприяє регенерації тканин, зменшує проникність судин, бере участь у вуглеводному та мінеральному обміні, має протизапальні властивості та використовується для профілактики гіповолемії та імунодефіциту.

Сенсорні характеристики виробів з різною масовою часткою сиропу шипшини наведено в таблиці 4.

У цьому дослідженні зразок з 10% масовою часткою сиропу шипшини продемонстрував кращі органолептичні властивості порівняно з іншими зразками.

Для вибору оптимальної масової частки сиропу шипшини було проведено дегустацію та представлено досліджувані зразки.

Таблиця 4

Дослідження органолептичних властивостей продукту з різною масовою часткою сиропу шипшини

Зразок	Смак і запах	Колір	Консистенція
Контроль	Кисломолочний з легким рослинним присмаком зерен	Білий з кремовим відтінком	Згусток щільний, однорідна консистенція
Масова частка сиропу шипшини 5%	Кисломолочний, з легким рослинним присмаком пророщених зерен і присмаком шипшини, солодкуватий	Білий з кремовим відтінком	Згусток щільний, однорідна консистенція
Масова частка сиропу шипшини 10%	Кисломолочний, з легким «Рослинним» присмаком зерен і присмаком сиропу шипшини, солодкий	Білий з кремовим відтінком	Згусток щільний, однорідна консистенція з незначним відділенням сироватки

Термічна обробка, зберігання та біохімічна переробка руйнують більшу частину вітаміну С, доступного в їжі. Ще більше вітаміну С спалюється організмом під впливом стресу, куріння та інших пошкоджень клітин.

Таке використання дозволяє максимально зберегти поживну цінність

вітаміну С у продуктах.

Висновки. Використання функціональних інгредієнтів допомагає адаптувати організм людини до несприятливих умов навколишнього середовища в щоденному раціоні харчування. Розширюючи асортимент симбіотичних продуктів на споживчому ринку, можна задовольнити фізіологічні потреби людини в харчових речовинах.

Кисломолочні продукти з використанням пророщених зерен ячменю та сиропу шипшини як джерел біологічно активних речовин є перспективними та доцільними, враховуючи унікальний склад інгредієнтів, їхні смакові якості та поживні і дієтичні властивості.

Список використаної літератури.

1. Saarela M. Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. *Journal of Biotechnology*. 2000. № 84. P.197–215.

2. Соломон А. М., Бондар М. М. Fermented desserts of functional purpose using vegetables. *Збірник наукових праць «Аграрна наука та харчові технології»*. 2018. № 3 (102). С. 168–179.

3. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Обґрунтування складу ферментованих продуктів з використанням рослинних наповнювачів. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3 (110). С. 126–134.

4. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Пробиотики і їх роль у виробництві кисломолочних продуктів спеціального призначення. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 3 (106). С. 56–65.

5. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Кисломолочні десерти збагачені біфідобактеріями. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 2 (105). С. 66–74.

6. Дейниченко Г. В. Функціонально-технологічні властивості багатокомпонентних систем на основі концентрату зі сколотин. *Збірник наук. праць ЛНАУ. Серія: Технічні науки*. Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2008. № 88. С. 138–140.

7. Дідух Г. В. Рекомендації щодо використання екстракту шипшини у виробництві молочних геропродуктів. *Наук. Праці ОНАХТ*. 2003. С. 109–113.

8. Усатюк С. І., Королюк Т. А., Вознюк А. В., Демчина Г. Л. Кисломолочні напої з наповнювачем з пророщеного жита. *Харчова промисловість*. 2012. № 13. С. 28–30.

Анна СТАВНІЙЧУК⁹,
Студентка 2 курсу,
Факультет технології виробництва, переробки
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ В ХАРЧУВАННІ З ТОЧКИ ЗОРУ ОЗДОРОВЧИХ ПРОДУКТІВ

***Анотація.** Здорова їжа має кілька основних властивостей, які роблять її корисною для організму. Серед них багатий на поживні речовини, з низьким вмістом доданого цукру, з низьким вмістом нездорових жирів, з високим вмістом клітковини та збагаченим основними вітамінами та мінералами. Здорова їжа також включає баланс макроелементів, таких як вуглеводи, білки та здорові жири. Крім того, вибір здорової їжі часто включає цілісні продукти, такі як фрукти, овочі, цільні зерна, нежирні білки та корисні жири, зводячи до мінімуму оброблені та рафіновані продукти. Зменшення доступності екологічних і недорогих продуктів харчування призвело до збільшення споживання шкідливої та бідної на поживні речовини продукти, що призводить до підвищення ризику багатьох захворювань, таких як ожиріння, серцево-судинні захворювання та цукровий діабет 2 типу. Визначення перспективних підходів до розширення доступу до здорових продуктів харчування через покращення харчового середовища є важливим.*

***Ключові слова:** здорова їжа, збалансоване харчування, здоровий спосіб життя.*

***Annotation.** Healthy food has several basic properties that make it useful for the body. These include being nutrient-dense, low in added sugar, low in unhealthy fats, high in fiber, and fortified with essential vitamins and minerals. A healthy diet also includes a balance of macronutrients such as carbohydrates, proteins and healthy fats. Additionally, healthy food choices often include whole foods such as fruits, vegetables, whole grains, lean proteins, and healthy fats while minimizing processed and refined foods. The decreasing availability of sustainable and affordable food has led to an increase in the consumption of unhealthy and nutrient-poor foods, which leads to an increased risk of many diseases such as obesity, cardiovascular disease, and type 2 diabetes. Identifying promising approaches to increasing access to healthy foods through improving the food environment is important.*

***Keywords:** healthy food, balanced nutrition, healthy lifestyle.*

***Вступ.** Варто зазначити той чинник, що здорове харчування є наріжним каменем загального добробуту, забезпечуючи організм основними поживними*

⁹Науковий керівник: Коляновська Л.М. кандидат технічних наук, доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій ВНАУ.

речовинами, необхідними для оптимального функціонування, росту та профілактики захворювань. Чотири ключові компоненти здорового харчування охоплюють баланс макроелементів, мікроелементів, зволоження та помірність. Розуміння та включення цих компонентів у свої харчові звички має життєво важливе значення для підтримки довгострокового здоров'я та життєвої сили.

Як відомо, здорове харчування означає вживання правильних продуктів у раціональних кількостях, щоб отримувати достатню кількість (але не надто багато) основних поживних речовин, щоб організм міг залишатися вільним від хвороб, правильно рости, ефективно працювати та почуватися якнайкраще. Фраза «ти те, що ти їси» означає, що їжа, яку ти їси, має накопичувальний вплив на організм. І багато поживних речовин, отриманих з їжі, стають частиною нас. Наприклад, білок і кальцій, що містяться в молоці, можуть бути використані для формування кісток. Їжа, яку ми їмо, також впливає на наше самопочуття – як сьогодні, так і в майбутньому.

Метою даної роботи є вивчення продуктів оздоровчого харчування.

Виклад основного матеріалу. Досягнення здорового харчування – це питання збалансування якості та кількості їжі, яку ми споживаємо, щоб забезпечити відповідне поєднання енергії та поживних речовин. Існує п'ять ключових характеристик здорового харчування:

1. Адекватність
2. Баланс
3. Поживна щільність
4. Модерація
5. Різноманітність

Здорове харчування є адекватним, якщо воно в свою чергу забезпечує достатню кількість калорій і всіх основних поживних речовин, а також клітковини. Більшість людей скаржаться на те, що їм недостатньо фруктів, овочів, цільозернових або молочних продуктів, що може означати брак основних вітамінів і мінералів, які містяться в цих групах продуктів, як-от вітамін С, калій і кальцій, а також клітковина [1].

Збалансоване здорове харчування означає вживання комбінації продуктів з різних груп продуктів харчування, і оскільки ці групи продуктів забезпечують різні поживні речовини, збалансоване харчування, ймовірно, буде достатнім для отримання організмом людини поживних речовин. Наприклад, овочі є важливим джерелом калію, харчових волокон, фолієвої кислоти, вітаміну А та вітаміну С, тоді як зернові забезпечують вітаміни групи В (тіамін, рибофлавін, ніацин та фолієву кислоту) та мінерали (залізо, магній та селен). Жодна їжа не є важливішою за іншу. Саме поєднання всіх різних груп продуктів (фрукти, овочі, зернові, молочні продукти, білки та жири/олії) забезпечить здорове харчування.

Щільність поживних речовин – це міра поживних речовин, яких ми зазвичай прагнемо споживати більше – вітамінів, мінералів, клітковини та білка

– на калорію їжі в поєднанні з невеликою кількістю або без твердих жирів, доданого цукру, рафінованого крохмалю та натрію [4].

Усі овочі, фрукти, цільні зерна, морепродукти, яйця, квасоля та горох, несолоні горіхи та насіння, знежирені та знежирені молочні продукти, а також нежирне м'ясо та птиця – якщо вони приготовані з невеликою кількістю або без додавання твердих жирів та цукру – це продукти, багаті на поживні речовини. Відповідно ці продукти є корисними для організму людини для оздоровчого харчування.

Варто зазначити те, що їжа стає менш насиченою поживними речовинами, якщо вона містить порожні калорії, тобто калорії з твердих жирів або доданого цукру. Тверді жири та доданий цукор додають калорій до їжі, але не забезпечують інших поживних речовин. Їжа з порожніми калоріями містить менше поживних речовин на калорію; отже, вони менш насичені поживними речовинами. Важливою в оздоровчому харчуванні є помірність. Слід врахувати те, що помірність означає не вдаватися в крайнощі, ні занадто багато, ні занадто мало будь-якої їжі або поживної речовини. У тому випадку, коли прийом їжі стає надто екстремальним, коли багато продуктів заборонено, такий режим харчування часто триває недовго, доки заборонені продукти не з'їдаються. Занадто багато харчових правил може призвести до циклу обмеження-позбавлення-переїдання-відчуття недоїдання. Для стійких довгострокових переваг для здоров'я важливо дозволити собі їсти будь-яку їжу [5].

Різноманітність означає регулярне споживання різних продуктів у кожній із груп продуктів харчування. Різноманітне харчування допомагає забезпечити споживання достатньої кількості всіх основних поживних речовин, котрі є необхідними для здоров'я. Одним із головних недоліків одноманітної дієти є ризик споживання занадто великої кількості одних поживних речовин і недостатнього споживання інших. Споживання нової їжі також може бути джерелом задоволення – ніколи не знаєш, яка їжа може тобі сподобатися, доки її не спробувати.

Потрібно наголосити на тому вагомому чиннику, що люди часто сприймають здорове харчування як дієту. Це не правда. Здорове харчування – це не лише схуднення, а й покращення фізичного та психічного самопочуття [1].

У епоху, коли тенденції здоров'я та продукти для здоров'я заповнюють ринок, дуже важливо зробити крок назад і оцінити просту, але вагому істину: домашня їжа є основним прискорювачем здоров'я. Класифікацію харчових продуктів для оздоровчого харчування викладено на рис. 1.

1. Домашнє харчування. У домашніх стравах є незаперечна чарівність, яка виходить за межі чудових ароматів і смаків. Приготування їжі вдома пропонує контроль над інгредієнтами, розміром порцій і методами приготування. Це дає змогу віддавати пріоритет свіжим, поживним інгредієнтам, мінімізуючи шкідливі добавки, такі як надмірна кількість цукру, солі чи консервантів, які містяться в багатьох оброблених харчових продуктах.

Приготування їжі вдома сприяє більш глибокому зв'язку з тим, що ми споживаємо, підвищуючи нашу уважність до харчування.

Справа не лише в їжі; це повний досвід – від покупки продуктів до радості створення страви з нуля. Крім того, домашня їжа часто призводить до більш збалансованого харчування, зменшуючи залежність від фаст-фуду чи готових, часто менш поживних страв.

2. Підводні камені так званих продуктів «здоров'я». Навпаки, індустрія товарів для здоров'я часто використовує популярні слова та маркетингові трюки. Хоча деякі продукти справді приносять переваги, багато з них не такі корисні, як них стверджують. Відповідно етикетки впливають на вибір харчових продуктів. Проте їх роль не завжди позитивна. Іноді ці продукти, замасковані під виглядом корисних для здоров'я, містять високий рівень цукру, шкідливих для здоров'я жирів або штучних добавок, які перешкоджають їхній очікуваній користі [2].

Споживачі заслуговують на прозорість і точну інформацію, коли виготовляють продукцію оздоровчого харчування. Дуже важливо уважно вивчати етикетки, розуміти інгредієнти та не ставати жертвою яскравих маркетингових кампаній, які обіцяють чудові результати без належних доказів чи наукового підтвердження [3].



Рис. 1 Класифікація харчових продуктів для оздоровчого харчування [4]

Їжа має силу об'єднувати людей, виражати культуру та допомагати нам жити здоровіше. Проте найбідніші верстви населення міст все ще стикаються

з економічними, екологічними та геополітичними перешкодами для доступу до поживної їжі. Здорове харчування за обмеженого бюджету може бути складним завданням. Багато харчових продуктів, багатих на поживні речовини, є досить дорогими, тому деякі люди замість цього обирають дешеву шкідливу їжу.

Однак є багато доступних продуктів, які можна придбати, які є здоровими та їх легко додати до свого раціону. Сьогодні як ніколи важливо зробити поживну та екологічно чисту їжу доступною для всіх. Щоразу, коли технологи розробляють продукти, вони повинні враховувати їх безпеку, смак, текстуру, харчовий профіль, ціну та якість. І вдосконалення в будь-якій із цих сфер не повинні відбуватися за рахунок планети.

Їжа, яку споживають люди, має важливий вплив на їхнє здоров'я. Різниця у споживанні продуктів, багатих на поживні речовини, і бідних на поживні речовини пов'язана з різницею у вазі у дітей і дорослих. Крім того, дієта пов'язана з хронічними захворюваннями, такими як діабет і серцево-судинні захворювання.

Саме тому зростає інтерес до розуміння як дистальних (наприклад, соціокультурний контекст), так і проксимальних (наприклад, смак і доступність) факторів, які впливають на харчові переваги. Інформація про те, що обумовлює харчові переваги, є корисною не лише для асоціацій охорони здоров'я та урядів для розробки комунікаційних кампаній і втручань, спрямованих на вплив на вибір продуктів харчування, але також для виробників продуктів харчування, які прагнуть відповідати вимогам сегменту ринку, що піклується про здоров'я. Співпраця харчової промисловості з громадськими організаціями охорони здоров'я має вирішальне значення для розробки та просування більш здорових продуктів. Необхідно врахувати той чинник, що багато продуктів здорові та смачні. Наповнивши тарілку фруктами, овочами, якісними джерелами білка та іншими цільними продуктами, є можливість отримати різноманітні та корисні страви. Споживачі, які піклуються про своє здоров'я, шукають варіанти здорового харчування з кількох причин, зокрема, щоб забезпечити безліч переваг для здоров'я та бути етичними та екологічними.

Стратегії роздрібної торгівлі продуктами харчування, спрямовані на покращення здоров'я продуктів харчування та напоїв, в свою чергу можуть збільшити купівлю більш здорових варіантів і покращити дієти. Споживчий попит на більш здорові варіанти є важливим чинником успішного впровадження та підтримки роздрібної торгівлі здоровими продуктами харчування [5].

Можна стверджувати про те, що споживачі стають набагато більш обізнаними щодо продуктів харчування та свого здоров'я, що спонукає їх переходити на більш здорову дієту. Відповідно ця тенденція спостерігається протягом багатьох років, але з початком пандемії все більше людей шукають рослинні продукти, які зміцнюють імунітет, спрямовані на метаболізм і втрату ваги, покращують психічне здоров'я та загальне харчування. Споживачі готові і бажають витратити гроші на покращений догляд за собою.

Висновки. Отже, тенденція до здорового способу життя в свою чергу дає можливість виробникам продуктів харчування змінити свою маркетингову стратегію щодо здорових харчових продуктів. Поширена стратегія публікації інформації про харчування може бути неефективною, оскільки споживачі використовують загальні евристичні підказки, щоб зробити висновок про здоровість продукту.

Відсутність продовольчої безпеки є широкою та серйозною проблемою охорони здоров'я. Зменшення доступності здорових і доступних продуктів харчування призвело до збільшення споживання енергетично насичених і бідних поживними речовинами продуктів, що призводить до підвищення ризику багатьох хронічних захворювань, таких як ожиріння, серцево-судинні захворювання та цукровий діабет 2 типу. Отож, визначення перспективних підходів до розширення доступу до здорових продуктів харчування через покращення харчового середовища є важливим.

Список використаної літератури

1. Основи харчування: підручник/ М. І. Кручаниця, І.С. Миронюк, Н.В. Розумикова, В.В. Кручаниця, В.В. Брич, В.П. Кіш. Ужгород: Вид-во УжНУ «Говерла», 2019. 252 с.

2. Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес [Електронний ресурс]: *тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції*, 18 травня 2023 р. / Державний біотехнологічний університет. Харків. 2023. 271 с. URL.: <http://btu.kharkov.ua/nauka/konferentsiyi/>

3. Овсієнко С.М. Технологія оздоровчих харчових продуктів. Методичні вказівки до практичних занять студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 181 «Харчові технології» галузі знань: 18 «Виробництво і технологія». Вінниця. 2020. 53 с.

4. Федоренко, Т. І., Миколів І. М.. Особливості використання цільнозернового пшеничного борошна в технології продуктів оздоровчого призначення. *Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека* : матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 14-15 листопада 2019 р., м. Київ. Київ : НУХТ, 2019. С. 38-40.

5. Шарко В., Андрусенко Н., Василишина О. Підходи до оцінки рівня лояльності споживачів органічної продукції. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2022. № 3. С. 299-307.