

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



**ЗБІРНИК
СТУДЕНТСЬКИХ НАУКОВИХ
ПРАЦЬ**

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

№2
(14)

2024

Вінницький національний аграрний університет

Збірник
студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ
№ 2(14), 2024

м. Вінниця 2024

**Збірник студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ
№ 2(14), 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
№ 2(14), 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. 38,1. 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. 38,1. 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

В. МАНІЛКО. ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ.	13
М. БІЛОСТЕГНЮК. ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ ГОРОХУ ПОСІВНОГО (<i>PISUM SATIVUM L.</i>).	19
В. БІЛОУС. ТЕХНІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОСХОДОВОГО ВНЕСЕННЯ ГЕРБІЦИДІВ У ПОСІВАХ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ.	25
Н. ЧОРНА. МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ПЛЮДІВ У САДАХ.	32
О. ДЕМСНУК. CONTROL OF WEEDS IN SUGAR BEET CROPS.	39
Л. ФАЙДЕВИЧ. ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ РІЗНИХ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ.	45
М. ФУРНІК ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ.	50
А. ГЕРАСИМЧУК. АМЕРИКАНСЬКИЙ БІЛИЙ МЕТЕЛИК (<i>HYRPHANTRIA CUNEA DRURY.</i>) ТА ЗАХОДИ БОРОТЬБИ З НИМ.	56
Р. ГНОТ. ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ БУРЯКА (<i>BETA L.</i>).	62
А. ІВАНЦОВ. ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕНСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ТА ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ КЛЕЙКОВИНИ У ЗЕРНІ.	68
В. КОСТУР. ПЕРІОДИЧНІСТЬ РОСТУ І СТАН СПОКОЮ У РОСЛИН.	74
А. ЛУЦЕНКО. ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ РОДИНИ ГОРІХОВІ (<i>JUGLANDACEAE</i>).	80
Д. МАЙДАНОВ. ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ДИХАННЯ ПРОРОСТАЮЧОГО НАСІННЯ.	87
О. МЕЛЬНИК. ДОВГОНОСИК ЗВИЧАЙНИЙ БУРЯКОВИЙ (<i>BOTHYNODERES PUNCTIVENTRIS GERM.</i>) – НЕБЕЗПЕЧНИЙ ШКІДНИК БУРЯКОВОГО АГРОЦЕНОЗУ.	95
О. МИКИЧУР. ВПЛИВ ПОСУХИ І ВИСОКОЇ ТЕМПЕРАТУРИ НА ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН.	101
О. ОГНИВИЙ. ОРГАНІЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО В ОВОЧІВНИЦТВІ. ВИРОЩУВАННЯ ОРГАНІЧНО ЧИСТОЇ КАРТОПЛІ.	106
Д. КОШЕЛЬ. SUGAR BEET GROWING TECHNOLOGY.	112
М. ОПЛАКАНСЬКИЙ ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ КУКУРУДЗИ (<i>ZEА MAYS L.</i>).	117
В. ПРОТАСОВА. ТЕХНОЛОГІЇ ВНЕСЕННЯ ТРИХОГРАМИ ТА ЇЇ ЕФЕКТИВНІСТЬ У ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ.	124
В. САФРУНЯК. ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ РОДУ ГОРОШОК (<i>VICIA</i>).	130
І. СЕДОВ. ТОЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ В УКРАЇНІ.	137
В. ШАФРОСТ. ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ СОНЯШНИКУ (<i>HELIANTHUS ANNUUS L.</i>).	143

А. СВИСТУН. РОЛЬ МІНЕРАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ЖИТТІ РОСЛИН.	148
А. ЦВІТКОВ. ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ СОЇ (<i>GLYCINEMAX. (L.) MERR.</i>).	153
О. ПРУДИВУС. РИЖІЙ ПОСІВНИЙ (<i>CAMELINA SATIVA L.</i>), ЯК СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОДИЗЕЛЯ.	159
А. ЮРКОВСЬКА. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ПРОДУКТИВНОСТІ.	165
S. ROMANENKO. PECULIARITIES OF GROWING BERRY CROPS IN UKRAINE.	169
І. ЗАЄЦЬ. АГРОЕКОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ ПОЛІПШЕННЯ СТАНУ АГРОЕКОСИСТЕМ В ГОСПОДАРСТВАХ СМТ. ШПИКІВ.	175
НАПРЯМ 2. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЇ, ЛІСОВОГО ТА САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА	
В. КРИЖАНІВСЬКИЙ. ЕКОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРЕРОБКИ СИНТЕТИЧНИХ ПОЛІМЕРІВ ЛИЧИНКАМИ КОМАХ.	181
О. КУЧЕРЯВА. ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ЕКОСИСТЕМИ: КОМПЛЕКСНА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА.	185
V. ZHURBELIUK. FOOD SECURITY.	192
С. БАРКАСОВА. АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА СТЕПОВУ ЗОНУ УКРАЇНИ.	198
А. БЕРЕЗОВА. ЛИШАЙНИКИ (<i>Lichenes</i>) ЯК ІНДИКАТОРИ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА В УКРАЇНІ.	204
А. БОБЧАК. ВИМІРЮВАННЯ КУТІВ НА МІСЦЕВОСТІ. ТЕОДОЛІТНЕ ЗНІМАННЯ.	210
В. БОЙКО. СИНЬО-ЗЕЛЕНІ ВОДОРОСТІ (<i>СУАНОРНУТА</i>) ВОДОЙМ ВІННИЧИНИ.	216
А. ГОЛОСКЕВИЧ – ВАСИЛЕЦЬ. РОЛЬ ЕНТОМОФАГІВ У РЕГУЛЮВАННІ ЧИСЕЛЬНОСТІ ФІТОФАГІВ.	223
Є. ХЛОПКО. ШАВЛЯ (<i>SALVIA</i>) У ЛАНДШАФТНОМУ ДИЗАЙНІ ТА У МЕДИЦИНІ ЯК КОРИСТЬ ДЛЯ ЛЮДЕЙ.	228
О. КРАВЧУК ФІЗІОЛОГІЧНА РІЗНОМАНІТНІСТЬ КСЕРОФІТІВ.	233
Л. НІКІТЕНКО. ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ.	240
М. ПРОКОПИВНЮК. ЕМ-ТЕХНОЛОГІЇ.	245
В. РУДНЄВ. ЕКОЛОГІЧНА РОЛЬ МІКРООРГАНІЗМІВ ҐРУНТУ В ЖИТТІ РОСЛИН.	253
В. СКАКУН. МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ФІТОФАГАМИ: ВІД МОНІТОРИНГУ ДО СТРАТЕГІЙ КОНТРОЛЮ.	258
Д. ТКАЧЕНКО. ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОБІОТИКІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.	263
В. ЯРЕМЧУК. ВЗАЄМОДІЯ КОМАХ З РОСЛИНАМИ: МЕХАНІЗМИ ЗАПИЛЕННЯ ТА РОЗВИТКУ НОВИХ ВИДІВ.	269

А. БЕВЗ. НАСЛІДКИ РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ НА СТАН ДОВКІЛЛЯ В УКРАЇНІ.	275
І. БЕГАР. РОЗВИТОК ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА У СВІТІ ТА В УКРАЇНІ.	279
Н. СМАЛЬ. УПРАВЛІННЯ БІОРИЗНОМАНІТТЯМ У САДОВИХ КОМПЛЕКСАХ: ЗБЕРЕЖЕННЯ РІЗНОМАНІТНОСТІ РОСЛИННОГО СВІТУ.	284
Д. ДОВГАНЬ. ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ДО НЕМАТОДИ СОРТІВ КАРТОПЛІ.	292
НАПРЯМ 3. ЕНЕРГООЩАДНІ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ	
Д. PAVLYUK. WIND ENERGY: GREAT POTENTIAL AND TECHNOLOGICAL PROGRESS.	296
Б. ПЕРХАЙЛО. ВИКОРИСТАННЯ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.	302
І. ЗАСЦЬ. ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ.	309
О. ДОВГАЛЮК. ОЧИЩЕННЯ ПАЛИВА ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ: МЕТОДИ ТА ПРИСТРОЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОСТІ.	317
В. ДЕРУНЕЦЬ. РОЗРОБКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ГУМАТІВ ПРИ ПРЕСУВАННІ СТЕБЛОВИХ КОРМІВ.	325
І. ТВЕРДОХЛІБ. АНАЛІЗ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБКАТКИ ДВИГУНІВ МАЛОГАБАРИТНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ.	330
В. ШЕВЧУК. ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОЧИСТКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН: ВИКОРИСТАННЯ ВОДЯНОГО ТИСКУ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ РЕСУРСІВ.	339
М. ІВАНОВ. АНАЛІЗ РОБОТИ ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З РІЗНИМИ ТИПАМИ ЗБУДЖЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ.	347
Д. БОРТНИ. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ТОМАТІВ З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ ОПРИСКУВАЧА ОПВ-2000.	353
Б. ЛИСИЙ. ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ВІДПРАЦЬОВАНИМИ ГАЗАМИ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ: АНАЛІЗ ТА ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ.	361
С. ВАСИЛИК. ПІДТРИМАННЯ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ В ГРОУБОКСІ.	369
А. ТИЩЕНКО. ОГЛЯД АКТУАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ДРОНІВ.	375
М. ФРАНЧУК. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ТА БЕЗПЕЧНОГО ВЕДЕННЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ПРИ ВИКОРИСТАННІ ДРОНІВ.	380
Р. ХАРЧЕНКО. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ ВИЯВЛЕННЯ ОБЛИЧЧЯ.	384

В. КОГУТ. THE USE OF EFFECTIVE MEANS OF CUTTING LOW-GROWING WOOD AND ITS SHREDDING.	388
М. СТЕПАНЕНКО. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І МЕТОДІВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА.	393
В. ХРИЩЕНЮК. РОБОТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ТА ПРИСТРОЇ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.	398
В. НОРОВСЬКИЙ. RESEARCH OF THE ELECTRIC DRIVE OF THE WELL PUMP.	405
S. MARIKOVSKY. MODERNIZATION OF THE ELECTRONIC COMPRESSED AIR HEATER FOR THE COATING DEVICE.	411
Я. СЛІВІНСЬКИЙ. ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДУ СТАБІЛІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЙНОГО ПОЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВІБРАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН.	416
Р. МАНДИБУРА. ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ ЗАХИСТІВ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ.	425
О. КОЧМАРУК. ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИЧНИХ ОСНОВ РОЗВИТКУ ЧАСТКОВИХ РОЗРЯДІВ.	429
В. ОСАВОЛЮК. АНАЛІЗ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ВОЛОГОЮ ДЛЯ ЦЕХУ ВИРОЩУВАННЯ ГРИБІВ-ГЛИВ.	438
Д. ПАВЛЮК, А. ДЯЧЕНКО. РОЗРОБКА МАЛОГАБАРИТОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ОБРОБІТКУ МАЛИХ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК.	447
<i>НАПРЯМ 4. ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ СУЧАСНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ.</i>	
Ю. ЗЕЛІНСЬКА. РОЗРОБКА СФЕРОДИСКОВОГО СОШНИКА ДЛЯ СМУГОВОГО ПОСІВУ.	455
Н. ГАЛЬОМКО. ВПЛИВ МАТЕРІАЛУ ПОКРИТТЯ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН: АНАЛІЗ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ.	462
В. БАЗАЛИЦЬКИЙ. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КЛІЩОВОГО ЗАХВАТУ ДЛЯ СІТОК.	470
В. ГАНЖА. ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПРЕС-ПІДБИРАЧА ПРИ ЗАГОТІВЛІ СІНА.	476
В. НАГОРЯНСЬКА. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НОЖОВИХ ДИСКІВ ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ.	484
А. МАЗУР. ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ КОРМОВИХ ДОМІШОК ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА.	491

І. НАГОРНЯК. ВИКОРИСТАННЯ ТУРБОДИЗЕЛІВ У ЯКОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ – ЗАПОРУКА ЕНЕРГООЩАДНОСТІ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ	497
В. НОВИЙ. АКТУАЛЬНІ МОДЕЛІ ТРАКТОРІВ СЬОГОДЕННЯ.	504
І. ВЕРМІЯШ. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ НАВАНТАЖУВАЧА-ЗМІШУВАЧА ОРГАНОМІНЕРАЛЬНОГО КОМПОСТУ.	511
М. ШИНКАРУК. ДОСЯГНЕННЯ В ГАЛУЗІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ РОБОТОТЕХНІКИ: ОГЛЯД СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МАЙБУТНІХ ПЕРСПЕКТИВ.	517
Д. ПАВЛЮК. ПОРУШЕННЯ ПРАВ ЛЮДИНИ НА ЇЖУ ПІДЧАС ВІЙНИ В УКРАЇНІ – ЗЛОЧИН ПРОТИ ЛЮДСТВА.	524
А. ЛИСИЙ. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЗЕРНОВОЇ СІВАЛКИ.	532
П. НАВАЖАНЮК. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РЕСУРСНИХ ВИПРОБУВАНЬ ПЛУНЖЕРНИХ ГІДРАВЛІЧНИХ ЦИЛІНДРІВ.	539
<i>НАПРЯМ 5. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РІШЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА</i>	
К. БАБАНОВА. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТУ У ГОДІВЛІ М'ЯСНИХ ПЕРЕПЕЛІВ .	548
І. КАЧАНОВ. ВПЛИВ ПРОБІОТИЧНОЇ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ НА НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПЕРЕПЕЛІВ.	553
А. КУЧЕРЯВА. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КОРМУ ПЕРЕПЕЛІВ ЗА ДІЇ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТУ.	559
Д. ТЕРЕЩУК. ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТА ВІДТВОРЕННЯ ЩУКИ В УКРАЇНІ.	564
А. ТІМОШИН. ЕКОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ УТРИМАННЯ ВРХ.	570
А. ІЖАК. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПІДВИЩЕНОГО РІВНЯ АМІНОКИСЛОТ У РАЦІОНІ СВИНЕЙ НА ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТИВНОСТІ.	577
І. СПЛОДИТЕЛЬ. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ФЕРМЕНТІВ У МОЛОЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ.	584
О. ДМИТРУК. СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА В ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ.	590
<i>НАПРЯМ 6. ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ВИРОБНИЦТВА ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ</i>	
Д. ДАЩЕНКО. МІКРОБІОЛОГІЯ СМЕТАНИ.	597
І. МАРКОВСЬКА. БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ ЯЛОВИЧИНИ.	605
І. ВЛАСЮК. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СІПКИХ ХАРЧОВИХ СУМІШЕЙ.	608

С. РЕЗНИК. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ РЯЖАНКИ І РОЛЬ МІКРООРГАНІЗМІВ У ПРОЦЕСІ ФЕРМЕНТАЦІЇ.	614
А. МАРЧЕНКО. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ЦУКРУ.	620
А. ТКАЧУК. ТОВАРОЗНАВЧА ЕКСПЕРТИЗА КОНСЕРВОВАНИХ ШАМПІНЬЙОНІВ.	626
В. КУШИЛЕНКО. ВИКОРИСТАННЯМ ХАЧОВИХ ВОЛОКОН У М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТАХ.	631
О. ПОХИЛА. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ КЕФІРУ НЕЖИРНОГО ЗБАГАЧЕНОГО ПРОТЕЇНОМ ПШЕНИЧНИХ ЗАРОДКІВ.	634
В. БАБІЙ. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ І БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ОБРОБКИ СИРОВИНИ КОНСЕРВНОГО ВИРОБНИЦТВА.	639
М. КУЧИНСЬКИЙ. КВАСОЛЯ У ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ	645
О. ХРУСТІВСЬКИЙ. ЕТОЛОГІЧНА РЕАКЦІЯ ОРГАНІЗМУ НЕТЕЛІВ НА ВПЛИВ ПАРАТИПОВИХ ФАКТОРІВ.	648

НАПРЯМ

1

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИНИЦТВА В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ



Вадим МАНІЛКО¹,

студент 33-А групи

факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ

***Анотація.** Враховуючи сучасну енергетичну кризу, породжену нестачею викопних видів палива, все більше актуальним стає питання використання відновлювальних джерел енергії та сталого розвитку економіки. У зв'язку із збільшенням промислових площ вирощування енергетичної верби в Україні, виникає потреба у вивченні і впровадженні у виробництво нових технологій догляду. У статті показано вплив елементів технології вирощування на показники росту й розвитку енергетичної верби. Встановлено оптимальні пори року посадки, зокрема, при посадці восени середній відсоток приживання по всіх варіантах склав (вар. 1–6) 84 %, тоді як при посадці весною – 35 %, тобто вдвічі менше.*

При зменшенні кількості висаджених живців на 1 га урожай сирової маси верби децю зменшується, тобто оптимальною є схема посадки восени 13–15 тис, а весною в перший строк – 13 тис./га, а в другий строк – 15 тис./га.

***Ключові слова:** енергетична верба, строки, схема посадки, пори року.*

***Annotation.** Considering the current energy crisis caused by the lack of fossil fuels, the issue of using renewable energy sources and sustainable economic development is becoming more and more relevant. In connection with the increase in industrial areas of energy willow cultivation in Ukraine, there is a need to study and introduce new care technologies into production. The article shows the influence of the elements of cultivation technology on growth and development indicators of energy willow. The optimal times of the year for planting were determined, in particular, when planting in autumn, the average percentage of rooting in all*

¹Науковий керівник: Мазуо О.В., канд с.г. наук, доцент кафедри рослинництва та садівництва.

variants (var. 1–6) was 84%, while when planting in spring it was 35%, i.e. half as much.

When reducing the number of planted cuttings per 1 ha, the yield of raw willow mass decreases slightly, i.e. the optimal planting scheme is 13–15 thousand in the fall, and 13 thousand/ha in the first season in the spring, and 15 thousand/ha in the second season.

Key words: energywillow, terms, plantingscheme, seasons.

Вступ. Ґрунтово-кліматичні умови більшості регіонів України є сприятливими для вирощування культур з високим рівнем накопичення енергії біомаси під час вегетації. Значні перспективи для біоенергетики в Україні мають деякі нетрадиційні культури, здатні накопичувати велику біомасу, зокрема за рахунок того, що у них фотосинтез відбувається впродовж тривалого періоду – від ранньої весни до пізньої осені. Серед широкого спектру нових високопродуктивних культур є енергетична верба «*Salix Viminalis*». Енергетичні рослини, в нашому випадку енергетичну вербу, можна вирощувати на малопродуктивних землях, заплавах річок, торф'яниках [1-3].

У зв'язку із збільшенням промислових площ вирощування енергетичної верби в Україні, виникає потреба у вивченні і впровадженні у виробництво нових технологій догляду, встановленню науково-обґрунтованих параметрів і прийомів вирощування, таких як строки та глибина посадки живців (черенків), і їх вплив на формування структури врожаю, біологічні особливості і продуктивності агрофітоценозу. Тому розроблення і впровадження елементів механізованої технології вирощування біомаси енергетичної верби для виробництва твердого біопалива у вигляді брикетів та пелетів, є актуальною темою, що має наукове й практичне значення [4, 5].

Мета досліджень. Оптимізація елементів технології та підвищення продуктивності вирощування енергетичної верби на основі визначення особливостей росту, розвитку та продуктивності, розробка технологічних процесів та обґрунтування елементів технології вирощування в умовах центральної частини Лісостепу України для виробництва твердих видів біопалива.

Завдання досліджень:

1. Встановити строки садіння живців (черенків) енергетичної верби.
2. Встановити схему садіння живців (черенків).
3. Встановити продуктивність біомаси енергетичної верби «*Salix Viminalis*» залежно від ширини міжрядь та способу догляду за насадженнями в перший рік вегетації.

Об'єкт дослідження – вплив строків та оптимальна схема садіння живців (черенків) енергетичної верби на її продуктивність.

Предмет дослідження – складові елементи технології (технологічні процеси) вирощування і використання біомаси енергетичної верби, на основі вивчення біологічних і агрофізичних властивостей культури.

Дослідження проводилися за загальноприйнятими науковими та спеціальними агрономічними методами, з широким використанням електронної обчислювальної техніки при опрацюванні та аналізі одержуваних результатів [6, 7].

Схема досліджу: Фактор А. Строки садіння живців (черенків) енергетичної верби. Весняний строк садіння: II декада квітня; I декада травня. Осінній строк садіння: III декада вересня; II декада жовтня.

Фактор Б. Схема садіння живців (черенків): 2x70x200 (15 тис. шт./га); 2x100x200 (13 тис. шт./га); 2x150x200 (12 тис. шт./га)

Виклад основного матеріалу. В період вегетації енергетичної верби проходило інтенсивне використання рослинами вологи та випаровування з поверхні ґрунту. про це свідчать дані по вмісту продуктивної вологи в середині вегетації. На всіх варіантах досліджень вміст вологи в метровому шарі ґрунту був приблизно однаковим. На 20-й день після садіння було визначено відсоток черенків енергетичної верби, що прижилися і почали вегетацію (табл. 1).

При посадці восени середній відсоток приживання по всіх варіантах склав (вар. 1–6) 84 %, тоді як при посадці весною – 35 %, тобто вдвічі менше.

Таблиця 1

Відсоток черенків енергетичної верби, що прижилися на 20-й день після садіння на 2,5 пог. м, %

Варіанти досліджу	Повторення									Середнє значення		
	I			II			III					
	посаджено	прижилося	%	посаджено	прижилося	%	посаджено	прижилося	%	посаджено	прижилося	%
1	5	4	80	5	5	100	5	4	80	5	4,3	86
2	5	4	80	5	4	80	5	4	80	5	4,0	80
3	5	4	80	5	5	100	5	4	80	5	4,3	86
4	5	4	80	5	5	100	5	4	80	5	4,3	86
5	5	4	80	5	4	80	5	5	100	5	4,3	86
6	5	3	60	5	5	100	5	4	80	5	4,0	80
7	5	2	40	5	2	40	5	3	60	5	2,3	46
8	5	2	40	5	2,5	50	5	2,0	40	5	2,2	44
9	5	2	40	5	2	40	5	2,0	40	5	2,0	40
10	5	1,5	30	5	1,5	30	5	1,5	30	5	1,5	30
11	5	1,3	26	5	1,2	24	5	1,5	30	5	1,3	26
12	5	1,3	26	5	1,2	24	5	1,5	30	5	1,3	26

Особливо низький відсоток приживання при посадці енергетичної верби 5.05. 2022 р. – всього 27 %.

В період збирання врожаю (17.11. 2022 р.) були визначені біометричні (продуктивні) показники розвитку рослин енергетичної верби (Табл. 2).

Таблиця 2

Продуктивні показники розвитку рослин енергетичної верби в досліді на період збирання врожаю, 17.11. 2022 р.)

п/п	Показники	Варіанти досліду											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Кількість черенків, що відросли на 2,5 м, шт. (1,75 м ²)	5	5	5	5	5	5	3	3	4	2	2	2
2	Кількість пагонів з одного черенка, шт.	6	5	3,6	3,2	3,0	3,2	4,0	3,3	3,2	4,5	3,0	2,8
3	Середня висота всіх пагонів, см	2,81	2,51	2,54	2,83	2,88	2,76	2,40	2,19	2,14	2,28	2,08	1,95
4	Середня вага пагонів з одного черенка, кг	1,150	1,50	1,250	0,825	0,800	0,650	0,800	1,050	0,30	0,600	0,320	0,270
5	Урожайність сирової маси, т/га	32,8	42,8	35,7	23,6	22,8	18,6	13,7	18,0	6,8	6,8	3,4	3,1

Кількість черенків, що були посаджені восени в I строк, відросли 5 шт., в II строк – 5 шт., тобто 100 %-ве приживання. При посадці навесні відповідно – 3,3 та 2,1 шт., тобто приживання складає 54 %. При посадці навесні зменшується кількість пагонів з одного живця, середня висота всіх пагонів та середня вага пагонів з одного живця і, як наслідок, значне зменшення урожаю сирової маси енергетичної верби (табл. 3).

Таблиця 3

Урожай сирової маси енергетичної верби, т/га

Варіанти досліду	Зміст варіантів			Повторення			Середнє значення
	Пора року садіння	Час садіння	Схема садіння черенків	I	II	III	
1	Осінь	III декада вересня	2x70x200 (15 тис. шт./га)	34,2	32,5	31,8	32,8
2			2x100x200 (13 тис. шт./га)	44,1	43,8	40,2	42,8
3			2x150x200 (12 тис. шт./га)	36,2	35,8	35,0	35,7
4		II декада жовтня	2x70x200 (15 тис. шт./га)	24,0	23,6	23,2	23,6
5			2x100x200 (13 тис. шт./га)	23,2	22,8	22,4	22,8
6			2x150x200 (12 тис. шт./га)	19,5	18,2	18,4	18,6
7	Весна	II декада квітня	2x70x200 (15 тис. шт./га)	14,5	13,7	13,0	13,7
8			2x100x200 (13 тис. шт./га)	18,6	18,0	17,4	18,0
9			2x150x200 (12 тис. шт./га)	7,4	6,8	6,2	6,8
10		I декада травня	2x70x200 (15 тис. шт./га)	7,6	6,8	6,0	6,8
11			2x100x200 (13 тис. шт./га)	4,0	3,3	3,2	3,4
12			2x150x200 (12 тис. шт./га)	3,8	3,1	2,4	3,1

НІР₀₅: А–0,8; В–0,11; С– 0,13.

У середньому по варіантах при посадці восени урожай сирової маси склав 29,4 т/га, при посадці навесні – 8,6 т/га. При посадці у жовтні та травні місяцях відмічається значне зменшення врожаю сирової маси в порівнянні з вереснем та квітнем.

При зменшенні кількості висаджених живців на 1 га урожай сирової маси верби дещо зменшується, тобто оптимальною є схема посадки восени 13–15 тис, а весною в перший строк – 13 тис./га, а в другий строк – 15 тис./га.

Продуктивність енергетичної верби та вихід сухої біомаси подано в таблиці 4.

Таблиця 4

Продуктивність енергетичної верби в досліді, 2022 р.

Варіанти дослідів	Зміст варіантів			Урожай сирової маси, т/га	Вміст сухої речовини, %	Вихід сухої біомаси, т/га
	Пора року садіння	Час садіння	Схема садіння черенків			
1	Осінь	III декада вересня	2x70x200 (15 тис. шт./га)	32,8	85,2	27,9
2			2x100x200 (13 тис. шт./га)	42,8	83,4	35,7
3			2x150x200 (12 тис. шт./га)	35,7	85,0	30,3
4		III декада жовтня	2x70x200 (15 тис. шт./га)	23,6	82,2	19,4
5			2x100x200 (13 тис. шт./га)	22,8	84,2	19,2
6			2x150x200 (12 тис. шт./га)	18,6	82,5	15,3
7	Весна	II декада квітня	2x70x200 (15 тис. шт./га)	13,7	82,1	11,2
8			2x100x200 (13 тис. шт./га)	18,0	85,4	15,4
9			2x150x200 (12 тис. шт./га)	6,8	85,2	5,8
10		I декада травня	2x70x200 (15 тис. шт./га)	6,8	84,2	5,8
11			2x100x200 (13 тис. шт./га)	3,4	82,0	2,8
12			2x150x200 (12 тис. шт./га)	3,1	83,4	2,6

Вміст сухої речовини в рослинах верби по варіантах досліджень складав від 82,0 до 85,2 % і мало відрізнявся між варіантами. Величина виходу сухої біомаси залежала в першу чергу від величини врожаю сирової маси енергетичної верби. Аналізуючи ці дані, відмічаємо більший вихід сухої біомаси при посадці живців верби восени, в порівнянні із весняними посадками.

Розрахунковий вихід енергії з сухої біомаси по варіантах досліджень подано в таблиці 5.

Таблиця 5

Розрахунковий вихід енергії з отриманої біомаси енергетичної верби в досліді, ГДж/га

Варіанти дослідів	Урожай сирової маси, т/га	Вміст сухої речовини, %	Коефіцієнт	Теплоємність твердого біопалива, МДж/кг	Вихід енергії з отриманого твердого біопалива, ГДж/га
1	32,8	85,2	1,1	16	490,7
2	42,8	83,4	1,1	16	625,2
3	35,7	85,0	1,1	16	534,1
4	23,6	82,2	1,1	16	340,6
5	22,8	84,2	1,1	16	337,1
6	18,6	82,5	1,1	16	268,4
7	13,7	82,1	1,1	16	197,7
8	18,0	85,4	1,1	16	269,3
9	6,8	85,2	1,1	16	101,7
10	6,8	84,2	1,1	16	100,5
11	3,4	82,0	1,1	16	49,1
12	3,1	83,4	1,1	16	45,3

В перший осінній строк посадки вихід енергії склав 550 ГДж/га, в другий – 315 ГДж/га; при посадці весною отримано відповідно – 190 та 65 ГДж/га.

Висновки. При посадці восени середній відсоток приживання по всіх варіантах склав (вар. 1-6) 84 %, тоді як при посадці весною – 35 %, тобто вдвічі менше. Особливо низький відсоток приживання при посадці енергетичної верби 5.05. 2022 р. – всього 27 %.

При посадці восени крім збільшення кількості черенків, що прижилися, більшою є також кількість пагонів з одного черенка та довжина пагонів в середньому на всіх черенках. Якщо довжина всіх пагонів в середньому на всіх черенках при посадці восени складала 58,1 см, то на варіантах, закладених весною лише 26,3 см, тобто вдвічі менше. Кількість черенків, що були посаджені восени в I строк, відрости 5 шт., в II строк – 5 шт., тобто 100 % – приживання. При посадці навесні відповідно – 3,3 та 2,1 шт., тобто приживання складає 54 %. При посадці навесні зменшується кількість пагонів з одного живця, середня висота всіх пагонів та середня вага пагонів з одного живця і, як наслідок, значне зменшення урожаю сирої маси енергетичної верби. У середньому по варіантах при посадці восени урожай сирої маси склав 29,4 т/га, при посадці навесні – 8,6 т/га. При посадці у жовтні та травні місяцях відмічається значне зменшення врожаю сирої маси в порівнянні з вереснем та квітнем. При зменшенні кількості висаджених живців на 1 га урожай сирої маси верби дещо зменшується, тобто оптимальною є схема посадки восени 13–15 тис, а весною в перший строк – 13 тис./га, а в другий строк – 15 тис./га.

Вміст сухої речовини в рослинах верби по варіантах досліджень складав від 82,0 до 85,2 % і мало відрізнявся між варіантами. Величина виходу сухої біомаси залежала в першу чергу від величини врожаю сирої маси енергетичної верби. Відмічаємо більший вихід сухої біомаси при посадці живців верби восени, в порівнянні із весняними посадками. У перший осінній строк посадки вихід енергії склав 550 ГДж/га, в другий – 315 ГДж/га; при посадці весною отримано відповідно – 190 та 65 ГДж/га.

Список використаної літератури

1. Калетнік Г. М. Виробництво та використання біопалив: Підручник. Вінниця: Консоль, 2015. 408 с.
2. Гелетуша Г.Г., Железна Т.А., Олійник Є.М. Перспективи виробництва теплової енергії з біомаси в Україні. Промислова теплотехніка. 2013. Т. 35, № 5. С. 48-57.
3. Гелетуша Г.Г., Железна Т.А., Олійник Є.М., Гелетуша А.І. Перспективи виробництва електричної енергії з біомаси в Україні. Промислова теплотехніка. 2013. Т. 35, № 6. С. 67-75.
4. Роїк М.В., Сінченко В.М., Фучило Я.Д., Гументик М.Я. Енергетична верба: технологія вирощування та використання. Під редакцією доктора сільськогосподарських наук В.М. Сінченка. Вінниця: ТОВ «НіландЛТД», 2015. 340 с.
5. Фучило Я.Д. Види роду *Salix L.* в Україні та їхнє використання. Наук. вісн. НАУ. 1999. Вип. 17. 348-351.

6. Волкодав В.В. Методика державного сорто випробування сільськогосподарських культур. К.:Алефа, 2000. 100 с.

7. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій у сільському господарстві. К.: Урожай. 1998. 205 с.

Максим БІЛОСТЕГНЮК²,
студент 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ ГОРОХУ ПОСІВНОГО (*PISUM SATIVUM* L.)

Анотація. У даній статті висвітлено генетичні ресурси гороху посівного (*Pisum sativum* L.), важливої культурної рослини з великим генетичним різноманіттям. Бобові, в тому числі горох, здавна були важливими компонентами раціону людини завдяки вмісту в них крохмалю, білка та інших поживних речовин. Досліджується значення генетичних ресурсів для селекції, збереження та використання в агропромисловому секторі. Представлені кращі сорти гороху в Україні. Наводяться приклади успішного використання генетичних ресурсів у сучасній селекції гороху. Встановлено, що горох був оригінальним модельним організмом, використаним у відкритті Менделем законів успадкування, що зробило його основою сучасної генетики рослин. Однак подальший прогрес у геноміці гороху відстав від багатьох інших видів рослин. Хоча розмір і повторюваність геному гороху досі обмежують його секвенування, всебічні геномні та постгеномні ресурси вже існують.

Ключові слова: горох посівний, селекція, генетичні ресурси.

Annotation. In this article highlights the genetic resources of pea (*Pisum sativum* L.), an important cultivated plant with great genetic diversity. Legumes, including peas, have long been important components of the human diet due to their content of starch, protein and other nutrients. The importance of genetic resources for selection, conservation and use in the agro-industrial sector is also explored. The best varieties of peas in Ukraine are also presented. In addition, examples of successful use of genetic resources in modern pea breeding are given. Research has shown that the pea was the original model organism used in Mendel's discovery of the laws of inheritance, making it the basis of modern plant genetics. However, subsequent progress in pea genomics has lagged behind many other plant species. Although the size and repeatability of the pea genome still limit its sequencing, comprehensive genomic and postgenomic resources already exist.

Key words: sow peas, selection, genetic resources.

²Науковий керівник: Аралова Т.С. кандидат с.-г. наук, старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

Вступ. Головним завданням аграрної політики України і всього світу залишається збільшення виробництва та поліпшення якості продукції рослинництва шляхом розширення та оновлення сортових рослинних ресурсів, які визначають продовольчу безпеку держави та можуть бути використані в подальшому селекційному процесі. Вирішують це завдання наукові установи системи збереження генетичних ресурсів рослин України.

Горох (рис 1) належить до сімейства Leguminosae(рід: *Pisum*, підродина: Faboideae, триба: Fabeae), яка має важливу екологічну перевагу, оскільки сприяє розвитку систем землеробства з низькими затратами шляхом фіксації атмосферного азоту та служить допоміжною культурою, яка надалі мінімізує потребу у зовнішніх введених. Бобові складають третє за величиною сімейство ас займає друге місце після звичайної квасолі як найпоширеніша зернова бобова культура в світі з основним вироквіткових рослин, що включає понад 650 родів і 18 000 видів. В економічному відношенні бобові займають друге за значенням місце після сімейства *Poaceae* (злакових), на частку якого припадає приблизно 27% світового виробництва сільськогосподарських культур [1]. Посівний горох даний чбництвом у помірних регіонах і світовим виробництвом 10,4 млн. тонн у рік. Насіння гороху багате білком (23–25%), повільно засвоюваним крохмалем (50%), розчинними цукрами (5%), клітковиною, мінералами та вітамінами. У всьому світі бобові складають близько однієї третини безпосереднього споживання білка людством, водночас вони є важливим джерелом корму для тварин, а також харчових і промислових олій.

Однією з найважливіших властивостей бобових є їх здатність до симбіотичної фіксації азоту, що підкреслює їх важливість як джерела азоту як у природних, так і в сільськогосподарських екосистемах. Бобові також накопичують природні продукти (вторинні метаболіти), такі як ізофлавоноїди, які вважаються корисними для здоров'я людини через протипухлинну та іншу діяльність, що сприяє зміцненню здоров'я [2].



Рис. 1 Горох посівний [3]

Горох також був модельною системою в біології рослин з часів роботи Грегора Менделя. Фундаментальні відкриття Менделя і Дарвіна заклали наукову основу сучасної селекції рослин на початку 20 століття. Так само сучасний прогрес у молекулярній біології, генетиці та біотехнології революціонував селекцію рослин, дозволивши перейти до молекулярної

селекції рослин і додавши до її міждисциплінарного напрямку. Однак, незважаючи на те, що методи доступні вже більше десяти років, все ще існує великий розрив між біологами рослин, які займаються фундаментальними дослідженнями, і селекціонерами [4].

Горох посівний (*Pisum sativum* L.) є однією з найдавніших одомашнених культур у світі. Його місце походження та початкове одомашнення лежить у Середземномор'ї, переважно на Близькому Сході. До культивування горох разом із горошком та нутом був частиною повсякденного раціону мисливців-збирачів наприкінці останнього льодовикового періоду на Близькому Сході та в Європі. Залишки цих бобових трапляються з високою частотою в місцях, що датуються 10-м і 9-м тисячоліттями до нашої ери, що свідчить про те, що одомашнення зернових бобових могло навіть передувати зерновим культурам. Таким чином, зернові бобові були основними культурами на початку «сільськогосподарської революції», що сприяло створенню постійних поселень. Згодом, протягом століть селекції були розроблені тисячі сортів гороху, які зберігаються в численних колекціях зародкової плазми по всьому світу. Ареал диких представників *P. sativum* простягається від Ірану та Туркменістану через Передню Азію, Північну Африку та Південну Європу. Однак через раннє вирощування гороху важко визначити точне місце розташування центру його різноманітності, особливо враховуючи, що значні частини Середземноморського регіону та Близького Сходу були суттєво змінені діяльністю людини та зміною кліматичних умов. Крім того, надійні та повні паспортні дані часто відсутні або неповні для ранніх зразків, які були зібрані. Рід *Pisum* містить дикі види *P. fulvum*, знайдені в Йорданії, Сирії, Лівані та Ізраїлі; культивовані види *P. abyssinicum* з Ємену та Ефіопії, який, ймовірно, був одомашнений незалежно від *P. sativum* і як дикі (*P. sativum* subsp. *elatius*), так і культивовані форми, які складають вид *P. sativum* у широкому сенсі [5].

Важливі колекції генетичного різноманіття *Pisum* з понад 2000 екземплярами знаходяться в національних генних банках щонайменше в 15 країнах, є також багато інших менших колекцій по всьому світу. Між колекціями існує високий рівень дублювання, створюючи оманливе враження про справжній рівень різноманітності. Однак кількість оригінальних старовинних сортів гороху, переважно з Європи, Азії, Близького Сходу та Північної Африки, Ефіопії, документально не підтверджена. Набагато менші колекції диких родичів гороху менш широко поширені, і є більша ясність при відстеженні цих приєднань до їх походження. Існують важливі прогалини в колекціях, особливо диких і місцево адаптованих матеріалів, які необхідно усунути, перш ніж ці генетичні ресурси будуть втрачені назавжди. З огляду на очікуване збільшення частоти екстремальних погодних умов, що впливають на сільськогосподарське виробництво, пов'язане зі зміною клімату, збір адаптованої зародкової плазми, а також генотипів стійкості до шкідників і хвороб є пріоритетним завданням селекціонерів культури [6].

Багато досліджень було проведено на колекціях зародкової плазми *Pisum*, щоб дослідити генетичне різноманіття та різноманітність ознак. Кілька

основних світових колекцій зародкової плазми гороху були проаналізовані молекулярними методами та сформовані основні колекції. Наприклад, генетичне різноманіття було оцінено в більш ніж 2000 зразках із китайської колекції з використанням 21 локусу SSR, 310 зразків гороху USDA було оцінено за допомогою 37 RAPD та 15 маркерів SSR, а INRA France використовувала великий набір із 121 ізоферменту, RAPD, EST і маркери SSR до 148 зразків генотипу. Додаткові приклади включають аналіз 60 сортів гороху, вирощених у Канаді з маркерами RAPD, ISSR та SSR; аналіз усієї колекції зародкової плазми гороху LIC (3029 екземплярів), що складається з широкого балансу сортів (33%), місцевих сортів (19%) диких зразків (13%) і генетичних запасів (26%), використовуючи 45 інсерційних поліморфізмів на основі ретротранспозонів (RBIP) маркери; і генотипування 1283 зразків гороху, що представляють більшу частину різноманіття культивованого гороху, що зберігається в Чеській національній колекції зародкової плазми гороху (CzNPC), використовуючи комбінацію 25 RBIP і 10 SSR [7].

Вставки ретротранспозонів показали хорошу узгодженість з дослідженнями послідовності генів і послідовності специфічного ампліфікованого поліморфізму (SSAP). Було показано, що як SSR, так і RBIP мають однаково високий вміст інформації про поліморфізм і пропонують порівняльні вимірювання різноманітності в дослідженнях різноманітності на видовому рівні. SSR також були популярні для оцінки різноманітності *Pisum* через їх високий вміст інформації про поліморфізм, співдомінування та відтворюваність. Мікросателіти мають набагато вищу частоту мутацій, ніж швидкість заміни нуклеотидів, і, отже, страждають від гомоплазії (стану, коли ідентичні алелі виникли двома або більше різними шляхами походження) у найрізноманітнішому матеріалі [8].

Розробка еталонних колекцій генетичних запасів для окремих або обмежених комбінацій ознак є відносно недавньою діяльністю, яка сягає кінця 1800-х років. Найперша колекція містила 21 пару ліній культивованого гороху за контрастними ознаками, включаючи форму рослини, листя, квіти, стручки та насіння, які були предметом генетичного дослідження, проведеного в рамках більшої колекції з 550 сортів. Використання індукованого мутагенезу стало широко поширеним способом прискорення темпів мутації для створення нових генетичних варіацій для селекції, і важливість використання індукованих мутантів у програмах поліпшення бобових все ще визнається. Основні колекції мутантів гороху включають: колекцію Джона Іннеса, Норвіч, Великобританія (575 екземплярів); колекція IPGR, Пловдив, Болгарія (122 приєднання); цільово індуковані локальні ураження геномів (TILLING) популяції 4817 ліній (1840 описано фенотипом) і 93 симбіотичних мутантів для 26 генів, залучених до фіксації азоту. Крім того, для гороху доступні генеровані швидкими нейтронами мутантні ресурси видалення (близько 3000 ліній), які були корисні для ідентифікації кількох генів розвитку [7, 8].

Подібно до затримки широкого визнання відкриттів Менделя та Дарвіна або застосування культури рослинної тканини для досягнення біотехнологічних

досягнень, молекулярна селекція, спрощена геномними знаннями не лише моделі, але й видів культур, поступово знаходить свій шлях до сучасних програм селекції гороху. Існує великий потенціал для виявлення та використання існуючих генетичних варіацій, що зберігаються в зародковій плазмі, які можна ефективно ідентифікувати та впровадити в сучасні сорти гороху. Інтеграція молекулярних методів і прикладної селекції рослин для досягнення спільної мети підвищення врожайності та виробництва високоякісного насіння гороху для різноманітних кінцевих цілей швидко наближається. Проте все ще залишається ряд прогалин, деякі з яких перераховані в цьому огляді. Поява сучасних технологій генотипування обіцяє скоротити розрив; однак відсутність еталонної послідовності геному гороху та обмежена кількість маркерів ДНК перешкоджають ефективному застосуванню MAS. Наявність удосконалених молекулярних інструментів і впровадження стандартних методів фенотипової оцінки дозволять суттєво та швидко запровадити геноміку в селекції гороху. Тепер це можливо завдяки появі широкомасштабних автоматичних і оцифрованих форматів, які дозволяють пов'язувати фенотип із генотипом на основі цілого генома, процес, започаткований Менделем приблизно 150 років тому [9].

Більш повно і ефективно використати генетичне різноманіття рослин у програмах, а також оптимізувати склад та обсяг Національного генбанку рослин дозволяє формування базових, ознакових, спеціальних, робочих, навчальних та інших типів колекцій на основі всестороннього вивчення зразків генофонду і виділення зразків-еталонів рівнів прояву господарсько-цінних ознак. Це є одним з головних напрямків роботи Системи ГРРУ .

Генетичне різноманіття рослин, зосереджене у Національному генетичному банку рослин України, є основою ефективного виконання державних програм з селекції, біотехнології, генетики, фізіології, біохімії, захисту рослин. При цьому мають значення усі категорії генофонду, що представлені колекційними зразками. Згідно з оцінками, станом на 2021 рік, в Україні зберігалось понад 150 000 генетичних матеріалів рослин, що належать до 544 видів сільськогосподарських культур та 1802 зразків рослин. Колекція містила 39 000 унікальних генетичних зразків, які походять з України. Науковці вважають, що збереження українських колекцій пшениці, тритикале, ячменю, гороху, нуту, кормових культур помірного поясу та соняшнику є критично важливим для світового рослинництва [8].

Харківський національний генетичний банк рослин опинився під загрозою втрати, коли у травні 2022 року під час обстрілів було пошкоджено інфраструктуру, сільськогосподарську техніку та частину робочих колекцій насіння на польових дослідних станціях. Водночас попри влучення рашистських снарядів у будівлі Національного центру генетичних ресурсів рослин у Харкові, зразки вдалося врятувати – співробітники установи задалегідь їх продублювали. Кожен зразок насіння, що зберігається в генетичному банку, є унікальним додатковим інструментом, доступним для селекціонерів, дослідників та фермерів у боротьбі зі зміною клімату та продовольчою

безпекою. У той час, коли світ стикається з безпрецедентною втратою сільськогосподарського біорізноманіття на полях, як ніколи важливо забезпечити збереження різноманіття сільськогосподарських культур, включаючи різноманіття, яке зберігається в генетичних банках. До Державного реєстру сортів рослин України занесено 10 сортів гороху селекції Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва. Ці сорти повністю відповідають сучасним умовам інтенсивного виробництва, мають потенціал урожайності до 6,0 т/га, відзначаються стійкістю до вилягання та обсіпання насіння, придатні до прямого комбайнування, більш пристосовані, у порівнянні із зарубіжними сортами до регіональних кліматичних умов і займають все більші площі на ланах України. Вирощування цих сортів дозволяє більш ефективно використовувати матеріально-технічні ресурси, а за рахунок однофазного збирання зменшити втрати і покращити якість товарної і насінневої продукції. Сорт Глянс вирізняється високою екологічною пластичністю. У сортів Отаман та Меценат нижча маса 1000 насінин, що дозволяє на 10–15 % скоротити затрати насіння на посів. Сорт Гейзер відрізняється більшою вегетативною масою і його можливо використовувати на зелену масу в чистому вигляді, або в сумісних посівах з іншими культурами. Високі товарні та смакові якості має насіння сортів Царевич та Глянс. Різниця в тривалості вегетаційного періоду між сортами Царевич і Оплот в 6–8 днів дозволяє при їх використанні знівелювати можливі погодні негаразди та подовжити оптимальні строки збирання [9].

Слід вважати ймовірним, що найближчим часом раціон людства буде поповнюватися за рахунок більш широкого використання продуктів, збагачених рослинним білком. Залучення зернових бобових до дієти може відбуватися за рахунок вмісту білку, теплової обробки під тиском тощо, з метою отримання нових продуктів харчування. Зважаючи на нові технологічні тенденції, одно з перших місць в селекції бобових займає якість насіння, високий вміст білку та покращення його якісного складу, низький вміст антипоживних речовин, покращені смакові якості, високі технологічні властивості.

Висновки. Горох є важливим джерелом генетичних ресурсів з великим потенціалом для поліпшення сортів та забезпечення стійкості до стресових умов та хвороб. Збереження та використання генетичних ресурсів гороху має велике значення для забезпечення продовольчої безпеки та розвитку сільськогосподарства. Для подальшого розвитку селекційних програм необхідно здійснювати систематичні дослідження генетичного різноманіття та розширювати базу генетичних ресурсів гороху.

Список використаної літератури

1. Smýkal, Petr, et al. Pea (*Pisum sativum* L.) in the genomic era. *Agronomy*. 2019. С. 51–56.
2. Regnier, J.M.; Duparque, M.; Peyronnet, C.; Grosjean, F.; Bastianelli, D. Feeding value of pea (*Pisum sativum* L.) Chemical composition of different categories of pea. 2018. С.47–70

3. Hampton, R.O.; Provvidenti, R. Chromosomal distribution of genes for resistance to seven poty viruses in *Pisum sativum*. *Pisum Genet.* 2019. С. 26–28
4. Murfetlan C. *Pisumsativum*. Handbook off lowering. CRC Press. 2019. С. 97–126.
5. SuperAgronom URL: <https://superagronom.com/> (дата звернення 25.03.2024 р.).
6. Пропозиція. URL:<https://propozitsiya.com/ua/tehnologiya-vyroshchuvannya-gorohu> (дата звернення 25.03.2024 р.).
7. Безугла О. М., Безуглий І. М., Кобизєва Л. Н., Потьомкіна Л. М. Нові сорти гороху Інституту рослинництва ім. В. Я Юр'єва НААН–складова Національного генбанку рослин України. *Генетичні ресурси рослин.* 2015. С. 25–27.
8. Горох посівний. URL: <https://yuriev.com.ua/ua/> (дата звернення 25.03.2024 р.).
9. Безугла, О. М. Генетична колекція гороху (*Pisum sativum* L.). Селекція і насінництво. 2019. С. 12–22.

Володимир БІЛОУС³,
студент 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ТЕХНІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОСХОДОВОГО ВНЕСЕННЯ ГЕРБИЦІДІВ У ПОСІВАХ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ

***Анотація.** У даній статті дослідження зосереджені на вдосконаленні методів захисту посівів буряка цукрового від забур'янення, що відіграє ключову роль у підвищенні врожайності та якості продукції. Детальний аналіз особливостей основних видів бур'янів цукрового буряка виправдовує важливість таких досліджень. Особлива увага приділяється розробці ефективних методів захисту, які не лише знижують використання пестицидів, а й сприяють збереженню біорізноманіття та отриманню продукції високої якості.*

Встановлено, що внесення гербициду Конвізо Смарт забезпечувало надійний контроль розвитку бур'янів: найменшу забур'яненість у фазу змикання листя буряків цукрових спостерігали у варіанті, що передбачав внесення гербициду Конвізо 1 80 ODMD (0,5 + 0,5 л/га) + МЕРО (1 л/га), яка становила 5,4 шт./м², що в 7,6 разів нижче забур'яненості на контролі.

***Ключові слова:** буряк цукровий, бур'яни, гербицид, шкодочинність, урожайність.*

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

Annotation. *In this article, research is focused on improving methods of protecting sugar beet crops from weeding, which plays a key role in increasing yield and product quality. A detailed analysis of the characteristics of the main types of sugar beet weeds justifies the importance of such studies. Special attention is paid to the development of effective methods of protection, which not only reduce the use of pesticides, but also contribute to the preservation of biodiversity and the production of high-quality products.*

It was established that the application of the herbicide Convizo Smart ensured reliable control of the development of weeds: the least weediness in the phase of leaf closure of sugar beets was observed in the variant that involved the application of the herbicide Convizo 1 80 OD MD (0,5 + 0,5 l/ha) + MERO (1 l/ha), which was 5,4 pcs./m², which is 7,6 times lower than weed control.

Key words: *sugarbeet, weeds, herbicide, harmfulness, productivity.*

Вступ. Найважливішим завданням у всіх цивілізованих країнах є забезпечення своїх громадян продуктами харчування, вживання яких у фізіологічно необхідних нормах і асортименті сприяє нормальному функціонуванню організму та його працездатності. З багатющого набору продуктів харчування, що входять до споживчого кошика, особливого значення набувають коренеплоди, продукти переробки яких і безпосереднє їх споживання посідають значне місце як у раціоні людей, так і в багатьох переробних галузях. Саме до них належать цукрові буряки [1].

Буряки цукрові – важлива технічна культура, оскільки вона є єдиною в нашій державі сировиною для виробництва цукру та сировину для промислового виробництва. Важливою умовою щодо збільшення його виробництва і реалізації потенційної продуктивності сорту чи гібриду та покращення якості є пошкодження цукрових буряків шкідливою забур'яненістю

Буряк цукровий є дворічною культурою, яка формує розетку листя та коренеплоди протягом першого сезону. Його культивування почалося у 1786 році, коли був виявлений сорт, ідеальний для виробництва цукру. Після цього селекція та вирощування розповсюдилися у багатьох регіонах, збільшивши урожайність. У сучасному світі цукровий буряк є важливим джерелом цукру, а також використовується у виробництві кормів для тварин та хімічних речовин. Селекційні роботи спрямовані на підвищення вмісту цукру та поліпшення стійкості до захворювань, що дозволяє збільшити врожай [2].

Однак, слід зазначити, що захист посівів від бур'янів є одним з основних резервів підвищення врожайності, товарної якості коренеплодів і невід'ємною складовою частиною технології вирощування культури. Тому, є досить актуальним вивчення особливостей домінуючих видів бур'янів буряка цукрового та обґрунтування прийомів обмеження забур'яненості посівів [5, 6, 7].

Особливу актуальність набуває розробка методів захисту буряка цукрового для обмеження забур'яненості посівів, підвищення ефективності, що дозволить зменшити пестицидне навантаження на агроценоз, зберегти його

природне різноманіття та одержати якісну продукцію.

Виклад основного матеріалу. Для сучасного суспільства однією із найважливіших проблем є забезпечення населення продуктами харчування в кількості, якості та асортименті, який би гарантував зростання його життєвого рівня і збереження здоров'я. Необхідними умовами для вирішення цієї проблеми, крім іншого, є ефективне функціонування продовольчого ринку; інноваційний розвиток вітчизняного агропромислового комплексу, включаючи і цукробурякове виробництво. Вітчизняний цукробуряковий підкомплекс – одна з найважливіших стратегічних галузей АПК, оскільки спричиняє вагомий структуроутворюючий вплив у встановленні галузевих пропорцій народного господарства України. Від рівня розвитку його сфер та їх збалансованого функціонування залежить забезпечення потреб населення у важливому продукті харчування – цукрі, а також процес формування регіональних продовольчих ринків. До 1990 р. підприємства цукробурякової промисловості займали перше місце в світі з виробництва бурякового цукру, виробляючи 13–20% від світового його виробництва [2, 3, 8].

Продуктивність буряків цукрових у системі виробництва визначається, перед усім, ланкою: гібрид (сорт) – насіння-захист. Оперативне впровадження у виробництво високопродуктивних сортів і гібридів буряків цукрових та обґрунтоване використання засобів захисту дозволить товаровиробникам суттєво підвищити збір цукру з гектара [4].

Дослідженнями передбачалося вивчення особливостей новітньої технології Конвізо Сمارт на гібридах буряка цукрового а також визначення підвищення ефективності технології вирощування згідно методик польового дослідження.

Технологія Конвізо Смарт є перспективною та широко впроваджується та використовується в агропромисловому комплексі. Ця технологія забезпечує повний контроль над ростом як злакових, так і широколистих бур'янів. Вона також ефективно бореться з падалицею буряків, і може використовуватися як через ґрунт, так і через оброблення листя. Ця технологія має широкий спектр застосування і максимально безпечна для культур, маючи мінімальну фітотоксичність. Вона вимагає низьких норм внесення та можливість однократного внесення протягом сезону (рис 1).



Рис 1. Застосування гербіциду

Дослідження з вивчення елементів удосконалення технології вирощування буряків цукрових проводились в умовах ТОВ «Хмільницьке» агропромхолдингу Астарта Київ, яке розташоване у с. Війтівці Хмільницького району Вінницької області протягом 2022–2023 рр.

Для проведення досліджень нами було взято гібрид буряків цукрових Смарт Джоконда, компанія КВС.

Смарт Джоконда КВС – це гібрид з технологією EPD, який володіє високою стійкістю до RzCg та вважається еталоном стабільної врожайності серед NE-типових гібридів в Україні.

Гібрид Смарт – володіє стійкістю до церкоспорозу, що робить його привабливим варіантом для фермерів. Він відзначається стабільною врожайністю незалежно від ґрунтових і кліматичних умов, що зменшує потребу в гербіцидах і сприяє зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище. Цей гібрид ідеально підходить для областей, де є проблема з падаллю цукрових буряків. Він є частиною Смарт-асортименту гібридів цукрових буряків від селекції KWS і гарантує стабільно високу врожайність з року в рік.

За результатами досліджень встановлено, що забур'яненість посівів буряків цукрових у роки досліджень мала змішаний характер. Поява сходів рослин культури збігалася з часом появи сходів ярих видів бур'янів.

Видова різноманітність бур'янів була незначною. В ході обліку забур'яненості в середині липня у посівах спостерігали одно- та дводольні бур'яни, загальна чисельність яких становила 41,3 шт./м². Серед бур'янів найбільш масовими були: куряче просо *Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. Beauv. – 11,6 шт./м², мишій сизий *Setaria glauca* (L.) Pal. Beauv. – 6,4 шт./м², осот жовтий – *Sonchus arvensis* L. – 1,8 шт./м², щириця звичайна *Amaranthus retroflexus* L. – 7,3 шт./м², галінсога дрібноквіткова *Galinsoga parviflora* Cav. – 3,5 шт./м², лобода біла *Chenopodium album* L. – 3,3 шт./м², гірчак березкоподібний *Polygonum convovulus* L. – 5,8 шт./м² та інші.

Поява сходів бур'янів мала розтягнутий характер. Від третьої декади квітня інтенсивність появи сходів поступово зростала і досягала максимуму в 2–3 декадах травня. В наступний період вегетації інтенсивність появи нових сходів бур'янів поступово знижувалася. Таку закономірність можна пояснити підвищенням рівня проективного покриття листками рослин у посівах і поступовим заповненням наявних вільних екологічних ніш.

Враховуючи вищенаведене гербіцидний захист буряків цукрових – обов'язковий етап в схемах захисту цієї культури.

За результатами досліджень перше внесення гербіцидів було проведено коли рослини буряків цукрових перебували у фазі першої пари справжніх листків. Наступне внесення було проведено через 10 днів, коли спостерігалася «друга» хвиля бур'янів. Третє обприскування було проведено через 2 тижні після другого внесення, коли спостерігалася відростання наступної хвилі бур'янів.

Проведені обліки у фазу змикання листя буряків цукрових засвідчили, що внесення досліджуваних гербіцидів дозволило контролювати розвиток

сегетальної рослинності в агроценозі буряків цукрових, яка на контролі налічувала 41,3 шт./м², а сира маса бур'янів становила 1766 г (табл. 1).

Найменшу забур'яненість на даному етапі розвитку буряків цукрових спостерігали у варіанті, що передбачав у другому внесенні поєднання препаратів Конвізо 1 80 OD MD (1 л/га) та прилипач МЕРО (1 л/га), яка становила 5,4 шт./ м², що в 7,6 разів нищезабур'яненості на контролі. Сира маса бур'янів у даному варіанті становила 180,7 г/м², що в 9,8 рази менше в порівнянні з контролем.

Таблиця 1

Забур'яненість посівів буряків цукрових, залежно від посходового гербіцидного захисту, у фазу змикання листа в міжрядді, 2023 р.

Варіанти	Забур'яненість				
	Всього, шт./м ²	однодольних	дводольних	інші	сиря маса, г/м ²
Контроль	41,3	18	21,7	1,6	1766
Конвізо 1 80 ODMD (1 л/га) + прилипач МЕРО (1 л/га)	7,6	2,6	4,7	0,3	242,5
Конвізо 1 80 ODMD (0,5 + 0,5 л/га) + МЕРО (1 л/га)	5,4	1,5	3,7	0,2	180,7

Проаналізувавши вплив посходового внесення гербіцидів в контролі сегетальної рослинності посівів буряків цукрових встановлено технічну ефективність гербіцидів, що вивчалися (рис. 2).

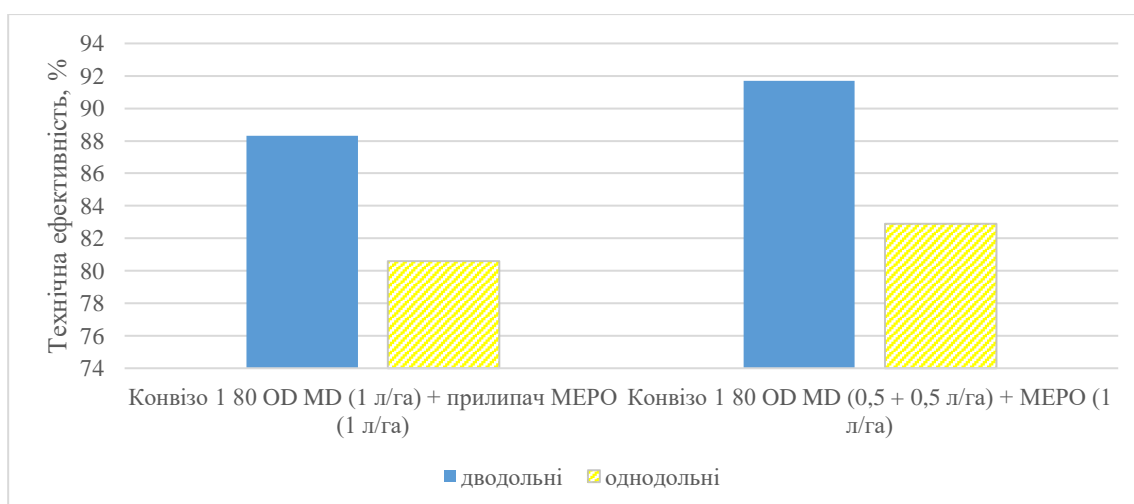


Рис. 2. Технічна ефективність посходового внесення гербіцидів в посівах буряків цукрових.

Зокрема композиція препаратів Конвізо 1 80 OD MD (0,5 + 0,5 л/га) + МЕРО (1 л/га) забезпечила найвищу технічну ефективність в контролі дводольних бур'янів – 91,7%, що на 1,1% перевищило технічну ефективність композиції препаратів Конвізо 1 80 OD MD (1 л/га) + прилипач МЕРО (1 л/га). В контролі однодольних бур'янів також найвищою була технічна ефективність

композиції препаратів Конвізо 1 80 OD MD (0,5 + 0,5 л/га) + МЕРО (1 л/га), яка становила 82,9% (рис. 3–4).

Важливим показником, який впливає на показники врожайності є густина стояння рослин. Тому, нами впродовж вегетаційного періоду було проведено динаміку густоти стояння гібридів буряків цукрових (табл. 2).

Таблиця 2

Динаміка густоти стояння гібридів буряків цукрових(2022-2023 рр.)

Варіант	Густина стояння, тис. шт./га		
	серпень	вересень	жовтень
Контроль	117	113	107
Конвізо 1 80 ODMD (1 л/га)	120	110	110
Конвізо 1 80 ODMD (0,5 + 0,5 л/га)	121	117	118

Як видно, з таблиці 2 найвища густина стояння протягом всього вегетаційного періоду була на варіанті Конвізо 1 80 ODMD (0,5 + 0,5 л/га), густина якого становила 118 тис. шт./га. У варіанті Конвізо 1 80 ODMD (1 л/га) спостерігали нижчу густоту – 110 тис. шт./га.

Важливим показником, який впливає на процес фотосинтезу, врожайність та цукристість коренеплодів буряків цукрових є співвідношення маси гички до маси коренеплоду на початкових етапах вегетаційного періоду.



Рис. 3. Контрольний варіант



Рис. 4. Застосування Конвізо Смарт

Позитивний вплив відсутності бур'янів в посівах буряка цукрового дозволив отримати вищу урожайність на досліджуваних ділянках, яка на контролі становила 32,41 т/га (табл. 3).

Найвищу урожайність – 53,54 т/га отримали у варіанті, що передбачав внесення гербіциду Конвізо 1 80 OD MD (0,5 + 0,5 л/га), що забезпечило приріст урожаю на 21% в порівнянні з контролем. Обприскування посівів композицією гербіцидів Конвізо 1 80 OD MD (1 л/га) дозволило отримати коренеплодів цукрового буряка на рівні 52,42 т/га, що забезпечило приріст урожайності на 20 % менше в порівнянні з контролем.

Таблиця 3

Господарська і біоенергетична ефективність застосування КОНВІЗО СМАРТ технології гібриду Джоконда

Варіант	Середня густина, тис./га	Середня вага коренеплоду, г	Цукристість, %	Урожайність, т/га	Вихід цукру, т/га	Вихід біоетанолу, тис. л/га
Контроль	110	434,9	14,7	32,41	4,76	3,18
Конвізо 1 80 OD MD (1 л/га)	130	730,9	16,8	52,42	8,81	5,14
Конвізо 1 80 OD MD (0,5 + 0,5 л/га)	118	802,5	17,9	53,54	9,58	5,25

Проаналізувавши цукристість коренеплодів відмічено вплив присутності бур'янів в агроценозі на даний показник. Найвищу цукристість – 17,9% зафіксовано у варіанті з внесенням препарату Конвізо 1 80 OD MD (0,5 + 0,5 л/га), що на 3,2 % перевищувало даний показник порівняно з контролем та на 2,1% варіант з внесення гербіциду Конвізо 1 80 OD MD (1 л/га).

Провівши теоретичні розрахунки встановлено, що застосування посходових гербіцидів сприяє вищому виходу біоетанолу з 1 га. Зокрема гербіциду Конвізо 1 80 OD MD (0,5 + 0,5 л/га) забезпечить вихід біоетанолу на рівні 5250 т/га, що на 5140 л/га перевищило відповідний показник іншого досліджуваного препарату та на 2,07% перевищило відповідний показник на контролі.

Висновки. На момент змикання листя буряків цукрових у міжрядді, спостерігали одно- та дводольні бур'яни, загальна чисельність яких становила 41,3 шт./м². найбільш масовими були: куряче просо *Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. Beauv.– 11,6 шт./м², мишій сизий *Setaria glauca* (L.) Pal. Beauv. – 6,4 шт./м², осот жовтий – *Sonchus arvensis* L. – 1,8 шт./м², щириця звичайна *Amaranthus retroflexus* L.– 7,3 шт./м², галінсога дрібноквіткова *Galinsoga parviflora* Cav.– 3,5 шт./м², лобода біла *Chenopodium malbum* L. – 3,3 шт./м², гірчак березкоподібний *Polygonum convovulus* L. – 5,8 шт./м² та інші.

Внесення гербіциду Конвізо СМАРТ забезпечувало надійний контроль розвитку бур'янів: найменшу забур'яненість у фазу змикання листя буряків цукрових спостерігали у варіанті, що передбачав внесення гербіциду Конвізо 1 80 ODMD (0,5 + 0,5 л/га) + МЕРО (1 л/га), яка становила 5,4 шт./ м², що в 7,6 разів нижче забур'яненості на контролі. Сира масабур'янів у даному варіанті становила 180,7 г/м², що в 9,8 рази менше в порівнянні з контролем.

Внесення гербіциду Конвізо 1 80 OD MD (0,5 + 0,5 л/га) + МЕРО (1 л/га, забезпечила найвищу технічну ефективність в контролі дводольних бур'янів – 91,7%, що на 1,1% перевищило технічну ефективність внесення гербіциду Конвізо 1 80 OD MD + прилипач МЕРО в нормі 1 л/га.

Список використаної літератури

1. Лихочвор В.В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ «Українські технології», 2012. 730 с.
2. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Паламарчук О.Д. Новітні агротехнології у рослинництві : підручник. Вінниця, 2017. 588 с.
3. Калетнік Г.М., Старосуд В.І., Амонс С.Е. Організаційно-економічні засади підвищення ефективності виробництва насіння цукрових буряків. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*, 2017, № 10. С. 7-23.
4. Rudska N. Investigation of the impact of the protection system on the limsted of sugar beet pests on the Right Bank Forest Steppe. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. Вип. 26 (3). С. 138–159.
5. Веселовський Г.В., Манько Ю.П., Танчик С.П., Орел Л.В. Бур'яни та заходи боротьби з ними. Київ: Навчально-методичний центр Мінагропрому України, 2018. 240 с.
6. Бомба М.Я., Бомба М.І. Бур'яни в агрофітоценозах та екологізація заходів щодо контролювання їх чисельності. *Вісник Уманського Національного університету садівництва*. 2019. № 1. С. 15-20.
7. Гадзало Я. М. Аграрний потенціал України. К.: Аграрна наука, 2016. 332 с.
8. Грицаєнко З.М. Гербіциди і продуктивність сільськогосподарських культур. К.: Умань, 2005. 686 с.

Надія ЧОРНА⁴,
студентка 2 курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ПЛОДІВ У САДАХ

***Анотація.** В данні науковій статті теоретично узагальнено та розглянуто проблематику збирання плодів в садах машинами. Уточнено питання садівництва та методи збирання урожаю. Пояснюється як саме машини полегшують та прискорюють роботу. Також, розглянуто різні типи машин для збирання плодів, включаючи вібраційні механізми, роботизовані системи та транспортери з автоматичним сортуванням. Проведено аналіз їх переваг та обмежень з урахуванням потреб сучасного садівництва. Також, висвітлено особливості та вимоги до збиральної техніки для забезпечення максимальної якості збирання. Дана наукова стаття присвячена дослідженню та порівняльному аналізу машин для збирання плодів у садівництві.*

⁴Науковий керівник: Грицун А. В., канд. с-г. наук, доцент кафедри охорони праці та біотехнічних систем в тваринництві ВНАУ.

Ключові слова: машини, плоди, механізація, збирання, урожай, комбайн, садівництво, сільське господарство, сад.

Annotation. Abstract. *This scientific article theoretically summarizes and examines the problems of picking fruits in orchards by machines. The issue of horticulture and harvesting methods has been clarified. It is explained how exactly machines make work easier and faster. Also, different types of fruit harvesting machines are considered, including vibrating mechanisms, robotic systems and conveyors with automatic sorting. An analysis of their advantages and limitations was carried out, taking into account the needs of modern horticulture. Also, features and requirements for harvesting equipment to ensure maximum harvesting quality are highlighted. This scientific article is devoted to research and comparative analysis of machines for picking fruits in horticulture.*

Key words: *machines, fruits, mechanization, harvesting, harvest, harvester, horticulture, agriculture, garden.*

Вступ. Садівництво є важливою галуззю сільського господарства, яка вимагає ефективних методів збирання плодів для забезпечення високої якості продукції та оптимізації витрат робочої сили. Сучасні сади стають все більш інтенсивними, а попит на свіжі фрукти зростає. Це робить збирання врожаю все більш трудомістким і затратним. Використання машин може допомогти вирішити цю проблему, економлячи час, гроші і покращуючи якість врожаю. Однією з головних переваг використання машин для збору фруктів є те, що вони можуть працювати швидше і ефективніше, ніж люди. Вони можуть охопити більшу площу за короткий час і зменшити залежність від ручної праці. Це особливо важливо, коли зростаючий попит на свіжі фрукти вимагає максимальної оптимізації процесу вирощування та збору врожаю [6]. Крім того, плодозбиральні комбайни зазвичай пропонують високу якість роботи, яка мінімізує пошкодження фруктів. Це важливо для забезпечення якості продукції та підвищення її конкурентоспроможності. Крім того, ефективне використання плодозбиральних комбайнів допомагає знизити витрати на робочу силу і поліпшити умови праці для працівників садівництва. Заміна важкої праці автоматизованими процесами може зменшити ризик травматизму та втоми. В цілому, використання комбайнів у садівництві може значно підвищити продуктивність, знизити витрати і поліпшити якість продукції. В результаті виробники можуть ефективно реагувати на зростаючий попит на фрукти і забезпечувати стабільне виробництво в мінливому ринковому середовищі.

Виклад основного матеріалу. Збір фруктів – один з найбільш трудомістких процесів. На нього припадає понад 40% загальних трудовитрат: на збір фруктів з одного гектара саду витрачається понад 200 годин, а на збір ягід – 1 800 люд./годин. Основними перешкодами для механізації збиральних робіт є фізико-механічні характеристики фруктів і плодових дерев, різноманітність схем посадки та типів накриття. Крім того, більшість фруктів дуже чутливі до механічних впливів, що значно ускладнює механізацію цього процесу [1].

У садівничих господарствах застосовують три основні способи збирання:

1) *Ручний* із використанням засобів малої механізації. Він є основним у насадженнях зимових і осінніх сортів яблуні та груші, персика, суниць та інших культур. При ручному збиранні втрати врожаю (незібрані плоди) зростають у міру збільшення розмірів і загушення крон і можуть досягати, зокрема у великих дерев вишні, 30–50 % [6] (Рис.1).



Рис.1. Ручний спосіб збирання плодів

2) *Напівмеханізований або селекційний*, використання платформ, агрегатів тощо для заміни ручної праці на допоміжних операціях. При цьому методі частина плодів збирається вручну для тривалого зберігання або обтрушується влітку/восени для негайного споживання у свіжому вигляді або переробки на консерви (Рис. 2). Решту збирають машинами і поділяють на три групи:

1. для негайного споживання у свіжому вигляді,
2. для переробки
3. для тимчасового зберігання і подальшого споживання у свіжому вигляді та переробки [6].



Рис.2 Напівмеханізований або селекційний спосіб збирання плодів

3) *Механізований* за допомогою фруктозбиральних машин, комбайнів тощо. Він застосовуються на плантаціях горіхоплідних, кісточкових (слива, вишня, черешня), ягідних (малина, смородина) та зерняткових (переважно літніх сортів) культур, де плоди використовуються для переробки або продаються одразу для споживання у свіжому вигляді. При механічному збиранні плоди відокремлюються від рослини за допомогою механічної сили [6]. Важливими критеріями класифікації плодозбиральних машин є принцип

відділення плодів від плодоносних гілок, технічні та технологічні рішення для захоплення і перенесення плодів у контейнери, а також спосіб переміщення і обслуговування машини. Хороші результати відділення плодів досягаються шляхом струшування головної гілки і стовбура. При струшуванні плоди потрапляють в тканинну ємність (Рис. 3).



Рис.3 Механізований спосіб збирання плодів

Існують особливі вимоги до збиральної техніки та обладнання, які гарантують, що фрукти будуть зібрані без втрат і збережуться їхня якість. Фрукти та ягоди збирають, коли вони повністю дозріли для кожного сорту. Якщо запізнитися зі збором врожаю, велика кількість фруктів випаде, що призведе до погіршення смакових якостей і товарного вигляду.

Машини та засоби для збирання плодів. До засобів малої механізації для збирання фруктів включають ручні інструменти, драбини, підставки та мішки для фруктів. Вони підвищують продуктивність праці комбайнерів, покращують цілісність збору врожаю та допомагають зберегти якість фруктів. Для збору плодів використовують металеві або пластикові відра, обтягнуті мішковиною, або спеціальні плодозбірні мішки місткістю 6–10 кг [2, 3]. З верхнього ярусу плоди знімають за допомогою садових драбин ЛСУ-2,5 і ЛСУ-3,5 та садової підставки СП-1,2. Основна тара для фруктів складається з ящиків різної місткості та двох типів контейнерів: вбудованого дерев'яного контейнера розмірами 1200 x 816 x 700 мм та розбірного контейнера для фруктів КСП-0,5. Для механізації процесу пакування фруктів використовуються різні типи піддонів, найпоширенішими з яких є піддони розміром 1200 x 1000 мм та 1200 x 800 мм [7]. Навантаження і розвантаження ящиків і контейнерів здійснюється виловним навантажувачем ПВСВ-0,5А.255 Для ручного збирання плодів і детальної обрізки плодового пологу в садах з міжряддями 3,5–5,0 м і висотою крони до 4,5 м призначена багатомісна платформа ПОС-0,5 [4]. Призначена для. Платформа для збирання плодів ПОС-0,5 складається з нижньої частини причепа-контейнера ПК-4 з уловлювачем 5 і двох розсувних драбин 10 з поручнями 7. Обидві частини шарнірно закріплені на передній 11 і задній 13 опорах (Рис. 4).

Плодозбиральний комбайн ВУМ-15А призначений для збору врожаю кісточкових фруктів і яблук. Ця машина монтується на трактор. Використовується в комбінації з самохідним шасі Т-16М [3].

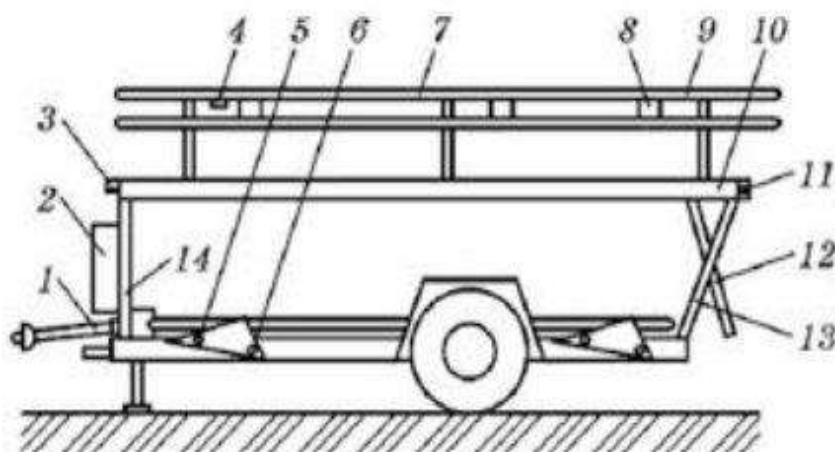


Рис 4. Плодозбиральна платформа ПОС-0,5

1 – карданний вал; 2 – компресорна станція; 3 – гідравлічний розподільник; 4 – кран керування; 5 – уловлювач; 6 – причіп-контейнеревіз; 7 – перила; 8 – ящики для секаторів; 9 – пневматичний секатор; 10 – розсувні трапи; 11 – передня опора; 12 – драбина; 13 – задня опора; 14 – гідроциліндр.

Основними компонентами машини є вібратор, транспортер, два уловлювачі (похила площина), вентилятор і приводний механізм. Вібратор вібрує плоди дерева з частотою 1200 обертів на хвилину [6]. Відірвані плоди падають на поверхню уловлювачів і конвеєром подаються до контейнерів. Машина має продуктивність 120 фруктів на годину. Її обслуговують один тракторист і двоє робітників. Самохідна плодозбиральна машина МПУ-1А використовується для збирання врожаю кісточкових, кісточкових і горіхоплідних дерев у садах (Рис. 5). Робочим органом машини є інерційний вібратор. Робочий процес машини ідентичний робочому процесу ВУМ-15А. Машина обслуговується трьома робітниками. Продуктивність – до 60 дерев за годину.

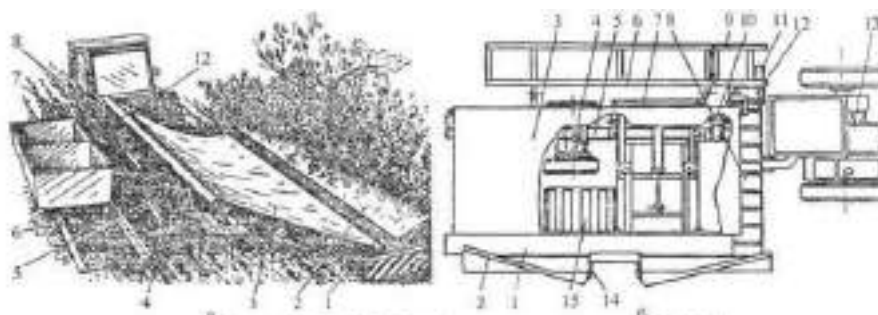


Рис. 13.19. Плодозбиральна машина МПУ-1А:

а – вигляд загальний; б – вигляд зверху;
 1 – транспортер поздовжній; 2 – уловлювач; 3 – уловлювач нахилний;
 4 – передній міст; 5 – рама шасі; 6 – місце для контейнерів; 7 – маніпулятор;
 8 – транспортер поперечний; 9 – вілка розвантаження контейнерів;
 10 – масова станція; 11 – копір; 12 – вентилятор; 13 – датчик;
 14 – захоплювач струшувача; 15 – екран

Рис.5 Плодозбиральна машина МПУ-1А

Ягідні комбайни КББ-8 і ЗЯМ-200-8 призначені для напівмеханізованого збирання смородини та агрусу. Модель КББ-8 складається з ягодоуловлювача 9 (Рис. 6), бункера 6, вентилятора 10, вібратора 8, генератора 5, двох штанг з гніздами, акумулятора та пульта керування. Вібратор 8 приводиться в дію електродвигуном потужністю 0,11 кВт з напругою 36 В [6]. Частота коливань вил становить 37 Гц, амплітуда – 10 мм. Машина працює нормально. Ягоди збираються з чотирьох рядів одночасно. Спочатку уловлювач розміщується впритул до куща. Далі працівник нахиляє гілки і вмикає вібратор. Вібрація зміщує ягоди, які падають на брезент уловлювача. Потім вони висипаються в бункер. Машину обслуговують тракторист і оператор та вісім збирачів. Продуктивність машини – до 0,06 га на годину [3]. Ягодозбиральна машина МПЯ-1А призначена для збирання смородини та агрусу потоковим методом.

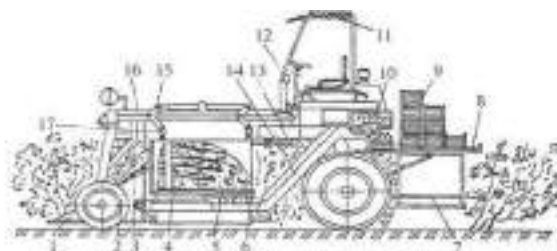


Рис. 13.21. Машини для збирання чорної смородини МПЯ-1А:
 1 – подальник; 2 – гідромеханізм; 3 – розподільник; 4 – електродвигун;
 5 – вібратор; 6 – бункер; 7 – механізм транспортування; 8 – механізм транспортування;
 9 – механізм розвантаження; 10 – вентилятор; 11 – механізм;
 12 – штифт з пружиною керування; 13 – механізм транспортування;
 14 – механізм транспортування; 15 – механізм транспортування; 16 – штифт; 17 – рама



Рис. 6 Машина для збирання чорної смородини МПЯ-1А

Агрегат ВУК-3А призначений для завантаження плодів у тару в міжрядді саду, ущільнення їх вібрацією і транспортування до місць зберігання, переробки та вивантаження; побудований на платформі ПТ-3,5 [7, 4] призначений для транспортування плодів до місця зберігання і з місця зберігання. Агрегат складається з основної рами 2 з рамними гусеницями, віброплатформи 13, навантажувача 7, механізму підйому трьох контейнерів і висунення чотирьох, огорожі, блокувального заднього обмежувача 9, ходового пристрою, гідравлічної та пневматичної гальмівних систем, поворотного опорного стояка, та причепа (Рис. 7).

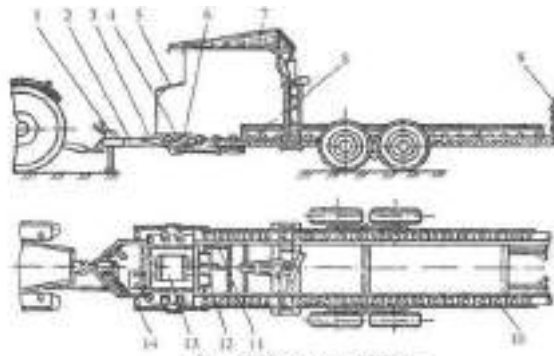


Рис. 13.22. Агрегат ВУК-3А.
 1 – гідропривідний; 2 – рама; 3 – механізм відвілювання; 4 – механізм
 зсування; 5 – дрифтвал; 6 – віяло; 7 – шпиндель; 8 – віялокалібр;
 9 – уст-во 10 – ролики; 11 – гідроліфт механічного прив'язу;
 12, 13 – датчик прив'язу; 14 – оброблювач

Рис. 7 Агрегат ВУК-3А

Висновки. Садівництво відіграє важливу роль у сільському господарстві, а ефективні методи збирання фруктів є важливим аспектом забезпечення якості продукції та оптимізації трудових витрат. Сучасні сади стають все більш інтенсивними, і оскільки попит на свіжі фрукти продовжує зростати, потрібні ефективні та економічно вигідні рішення для збору врожаю. Використання плодозбиральних комбайнів може допомогти вирішити цю проблему, заощаджуючи час і гроші та покращуючи якість врожаю. Однією з головних переваг використання плодозбиральних комбайнів є їхня швидкість та ефективність у порівнянні з ручною працею. Більші площі можна обробити за короткий час, зменшуючи залежність від ручної праці. Крім того, машини зазвичай забезпечують високу якість роботи, дозволяючи збирати фрукти з мінімальними пошкодженнями, тим самим підвищуючи їхню товарність. Ефективне використання плодозбиральних комбайнів також може допомогти зменшити витрати на оплату праці та покращити умови праці для працівників садівництва. Це сприяє підвищенню продуктивності та забезпечує стале виробництво фруктів на сучасному конкурентному ринку. Таким чином, використання плодозбиральних комбайнів є важливим кроком у розвитку сучасного садівництва, який дозволяє садівникам ефективно відповідати на виклики ринку та забезпечувати високу якість і кількість продукції.

Список використаної літератури

1. Войтюк Д. Г., Гаврилюк Г. Р. Сільськогосподарські машини. К.: Каравела, 2015. 552 с.
2. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник. К.: Вища освіта. 2014. 500 с.
3. Кочев В.І., Кушнар'ов А.С., Роговий В.Д. та ін. Довідник по регулюванню сільськогосподарських машини. За ред. В.І.Кочева. 2-е видання, перероблене і доповнене. К.: Урожай, 2003. 264 с.
4. Вознюк Л.Ф., Іщенко В.В., Михайлович Я.М. Технічне обслуговування і діагностування сільськогосподарських машин. К.: Урожай, 1994. 216 с.
5. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. К.: Урожай, 1994. 448 с.

6. Бакум М. В., Нікітін С. П., Сергєєва А. В. Проектування сільськогосподарських машин. Частина 2. За ред. М. В. Бакума. Харків: ХДТУСГ, 2003. 336 с.

7. Боженко В. О. Сільськогосподарські машини та їх використання. К.: Аграрна освіта, 2009. 420 с.

Oleksandr DEMCHUK⁵,

3rd year student,

Faculty of Agronomy, Horticulture and Plant Protection,

Vinnitsia National Agrarian University

Vinnitsia, Ukraine

CONTROL OF WEEDS IN SUGAR BEET CROPS

Annotation. *Weed control in sugar beet crops is an important component of agricultural production in order to ensure high yields and quality products. This article examines the main methods and means of weed control that harm sugar beet crops. In particular, mechanical, agrotechnical, chemical and biological methods of weed control are considered. The advantages and disadvantages of each of the methods are highlighted, as well as recommendations for their effective use in agro-industrial practice. The results of the research can be useful for farmers, agronomists and other participants in the agricultural sector who are engaged in the cultivation of sugar beets.*

Key words: *weeds, control, sugar beets, protection measures.*

Анотація. *Боротьба з бур'янами в посівах цукрових буряків є важливою складовою сільськогосподарського виробництва з метою забезпечення високих врожайів та якісної продукції. У даній статті досліджуються основні методи та засоби боротьби з бур'янами, які шкодять посівам цукрових буряків. Зокрема, розглядаються механічні, агротехнічні, хімічні та біологічні методи контролю за бур'янами. Висвітлюються переваги та недоліки кожного з методів, а також надається рекомендації щодо їх ефективного використання в агропромисловій практиці. Результати досліджень можуть бути корисними для фермерів, агрономів та інших учасників агросфери, які займаються вирощуванням цукрових буряків.*

Ключові слова: *бур'яни, контроль, цукрові буряки, заходи захисту.*

Introduction. Sugar beet (*Beta vulgaris*) is the second sugar-bearing crop in the world after sugar cane (*Saccharum officinarum*), which belongs to the Lobod family. Sugar beet is a culture of a temperate climatic zone, its root contains a large amount of sugar. Beet has a short lifespan (5-6 months) but has a higher sugar

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

content (14-20%) compared to sugar cane, which has a longer lifespan (12-14 months) but lower sugar content (10-12%). About 30% of the world's sugar consumption is provided by the cultivation of sugar beets. Sugar beet is a crop that exhibits a slow growth rate early in the season, so it appears to be a poor weed competitor in the field. If immediate control measures are not applied during the growing season of the crop, strong competition occurs, which can lead to the loss of the entire crop [3].

Modern technologies for growing sugar beets involve repeated use of chemical plant protection agents against weeds, diseases and pests.

Many years of experience show that one of the main obstacles to obtaining high yields of sugar beets are harmful objects (pests, pathogens, weeds), which are present every year and can reduce the yield of the crop without the use of a protection system by an average of 50% and more[1].

Weeds can reduce yields by about 1,5% per day during the next 6 weeks when sugar beets reach the 4- to 6-leaf stage, so weeding beet crops before they reach the 8-leaf stage is essential.

Presenting main material. In the technology of growing sugar beet, the most important problem is the destruction of weeds. Even with minor weediness, the yield decreases by 15-50%.

Weeds in sugar beet crops. Globally, among 250 weed species in sugar beet crops, the main 60 most harmful species were identified, of which approximately 70% were broadleaf weeds and 30% were grass weeds. Dicotyledonous weeds are more harmful than monocotyledonous weeds. The most important dicotyledonous weeds of the beet-growing regions come from the Lobodaceae, Asteraceae, Cabbage, and Buckwheat families. Annual grass weeds are generally less competitive than annual broadleaf weeds. The most common annual broad-leaved weeds are: *Amaranthus retroflexus*L., *Chenopodium album* L., *Matricaria recutita*L., *Polygonum aviculare*L., *Fallopia(Polygonum)convolvulus*L., *Sinapis arvensis* L. and *Stellaria media* L.; annual grasses: *Echinochloacr-galli* L., *Poa annua* L. and *Setaria viridis* L. *Chenopodium album* L. is one of the most common weeds in sugar beet crops [2, 5].

Stocks of weed seeds in the arable layer of the soil are very large (over 1 billion per hectare). In a layer of soil 5 cm thick with an area of 1 m² there are from 1100 to 2300 seeds of various types of weeds. Therefore, agrotechnical measures do not always ensure the purity of crops.

During the first 90 days from the time of emergence of seedlings in row crops, a complex of weeds can absorb from the soil the most available forms of nitrogen - 160-200 kg/ha, phosphorus - 65-90 kg/ha, potassium - 170-250 kg/ha. Therefore, pre-emergence and post-emergence herbicides are widely used. To a large extent, the problem of weeding can be solved by using soil herbicides. Soil herbicides suppress the emergence of weeds for 30 days. Then their protective effect decreases[2].

In addition to soil herbicides, post-emergence herbicides are also used to protect sugar beet crops from weeding during the growing season. In recent years, post-emergence application has been preferred. If necessary, a mixture of 2 active substances is made, or a certain drug is applied in small quantities to destroy new

waves of weeds.

In sugar beet production, herbicides have been used since the early 1950s as an early approach to weed control, although loosening and hand weeding were still used in many parts of the world. In the 1990s, there was a need to limit the use of herbicides to reduce environmental pollution and subsequently to protect human health. By replacing herbicides by adjusting various agricultural practices and limiting their dosage, it is possible to achieve a reduction in their use[4].

Sugar beet weed control:

Agrotechnical methods of weed control.

Crop rotation. Agrotechnical weed control measures should be taken into account throughout the crop rotation to ensure effective weed control of the field. Weed control through a crop rotation schedule is quite necessary because of the minimal costs, the highest efficiency and the absence of environmental risks. Monocotyledonous and dicotyledonous weed species should be included in weed control programs when the crops are not similar to the weed species or when weed control is easy, for example, horsetails are easier to control when growing sorghum, corn or wheat stubble than in sugar beet or soybean crops. Effective crop rotation planning may be necessary to significantly reduce target weed populations. Three to four years of growing crops that are not attractive to *Cuscuta*, such as corn, sorghum, soybeans, wheat, can provide significant support for this problem. Crop rotation can affect sugar beet growth by controlling the intensity of weed infestation and suppressing their diversity in the field. Crop rotation affects the stability of yield and quality of sugar beet.

Cover crops or mulching. The inclusion of cover crops in sugar beet rotation is very typical (25% of sugar beet area) in some countries. Cover crops fight weeds for water, space, light and nutrients in the fall, suppressing weeds as they grow, and are mulched in the spring. The most common types of cover crops in sugar beet fields are mustard (*Sinapis alba* L.), phacelia tanacetifolia (*Phacelia tanacetifolia*) and radish (*Raphanus sativus* var. *oleiformis*). Thanks to these fast-growing cover crops in the field, weed suppression occurs by reducing the intensity of sunlight. In addition, the allelopathic properties of some cover crops can suppress weeds by releasing allelopathic ingredients into the environment. Secondary metabolites, glucosinolates are representatives of the Cabbage family (*Brassicaceae*). Isothiocyanates, as glucosinolate degradation materials, are biologically active substances that can inhibit weed germination.

Soil preparation for sowing. The variety of weeds present in sugar beet crops can be limited by reducing the depth of tillage during land preparation for sowing. The location of different weed species in a sugar beet field was observed to vary due to different tillage systems (conventional tillage, minimum tillage and row cropping) during previous cropping. No effect of tillage on weed establishment in the field was found for annual weeds, which are very difficult to control on sugar beet, while Buckwheat, Cereal and perennial weeds preferred minimal tillage. Minimal tillage can lead to an increase in populations not only of perennials and grasses, but also of various types of weeds of the Aster family (*Compositae*).

Of the recommended agrotechnical methods, the observance of crop rotation and the time interval of sowing sugar beets in the previous place, optimal saturation of the crop rotation with sugar beets, sowing them after the best predecessors, application of organo-mineral fertilizers in optimal doses and ratios of nutrients, timely and high-quality processing are of particular importance. crops during the growing season.

Many years of research and best practice have established that the most effective fight against harmful organisms on sugar beet crops is not individual protective measures, but their complexes, with a rational combination of the culture of resistant varieties with the implementation of special preventive, agrotechnical, biological and chemical protective methods. This allows you to save 25-30% of the sugar beet crop from losses, helps to increase the gross harvest of this crop and its quality [1, 3].

Mechanical methods of weed control. Mechanical control helps control weeds by uprooting and shredding whole plants or by removing weed stems and leaves. But its disadvantage is the unpredictable spread of perennial weeds by splitting and shredding the roots, rhizomes, stolons and tubers that grow into new weeds.

The use of tillage equipment requires a large distance between the rows of sugar beets. Some precision farming tools should be used according to the stage of plant growth to avoid plant damage. For high efficiency and crop care, it is very important to correctly calculate the time for mechanized tillage. For example, wet soil conditions do not allow the use of equipment for inter-row tillage. In such conditions, the effectiveness of its use is even reduced due to the regrowth of weeds. Harrows can be used in beet rows for mechanical weeding, but should not be used during the coleoptile emergence phase, i.e. from the seed development phase to the 2-leaf phase. There are tools used in inter-row tillage that remove weeds from sugar beet rows, called weeding harrows with spring tines or rotary harrows. [2, 5].

As a result, the need for manual weeding disappears. Depending on the development of weeds in the field, effective manual weeding of beet rows requires about 70-300 h ha⁻¹. Hand weeding is very expensive for industrialized countries, although it is currently only used for very specific weed problems. Hand weeding is quite common in countries where manual labor is cheaper than using herbicides (eg Turkey and countries of the former Soviet Union).

In most sugar beet producing countries, it is practiced to use mounted harrows to destroy weeds between beet rows. Tractor harrows are used in areas where herbicides are banded over rows or to control very troublesome weeds in cases where perennials or some weeds have become too established for adequate herbicide control. Tractor harrows are more effective on dry ground because the loose soil reduces the regrowth of cut roots of old weeds, while sharp cultivator tines work better when the soil is moist. In wet conditions, weeds are easily removed from the soil, although monocots are very easy to recover in such conditions.

Chemical methods of weed control. Due to morphological features, the culture at the initial stages of development cannot independently resist the harmfulness of weeds, abundant shoots of which appear in crops and rapidly increase the vegetative

mass. To obtain the planned harvest in sugar beet crops, a number of measures are taken, one of which is the application of herbicides. In modern agriculture, it is impossible to grow high yields of sugar beets without the use of herbicides, while today there is a danger of the formation of resistant species.

Therefore, the system of protection of crops against the harmfulness of weeds should combine chemical measures with agrotechnical, biological, preventive measures and provide for the introduction of preparations with various active substances.

To limit the harmfulness of weeds, crops are sprayed with herbicides recommended by the «List of pesticides and agrochemicals approved for use in Ukraine». Norms of their introduction and methods of application differ and depend on the soil and climatic features of the region, the structure of weediness of the crop.

It is possible to maximally effectively limit the harmfulness of weeds in crop crops to the level of the harmfulness threshold with the help of one of two systems of chemical protection of sugar beet crops, one of which involves the application of herbicides after the emergence of crops and weeds, and the second is a combined one, which includes both the use of preparations of soil action, as well as post-emergence spraying.

The critical period, during which the competition of culture before the appearance of weed seedlings is minimal, is the period before the stage of leaf closure in the interrows (second decade of June). Here it is important to ensure that crops are sprayed with effective herbicides. The main mass of weed seeds, which is in the upper layer of the soil, is primarily one-year species with a long germination period. In order to control the segetal vegetation of these species and others, several successive sprayings are carried out, aimed at destroying "waves" of weed seedlings as they appear.

When spraying crops using the post-emergence protection system, the main condition for effective weed control is the appearance of crop seedlings and the mass appearance of dicotyledonous weeds, the development of which should be in the phase of cotyledons and the first and second leaves. In this phase of development, weeds do not have phase resistance to herbicides, and therefore the use of minimum consumption rates of drugs is permissible. During the later phases, weeds accumulate epicuticular waxes, which makes them resistant to herbicides.

Therefore, after spraying at later stages of development, many weeds will survive and continue to grow and set seed. It is not advisable to delay spraying and allow weeds to grow. In addition, the effect of herbicides on weed plants will be better manifested in conditions of high air humidity than in hot and dry weather, when weeds show resistance due to the layer of wax that forms on the surface of the leaves. Air temperature is also important, because the action of bethanal group herbicides depends on the air temperature, which should not be lower than +15-18°C.

Biological control of weeds. Biological weed control is the process of using biological microorganisms to suppress weeds in crops. Biological control of weeds is carried out by the traditional method and as a supplement (bioherbicide). The traditional method introduced external control factors, while the assisted approach is based on the manipulation of a microorganism that already exists in the ecosystem.

Some fungal weed pathogens, namely *Colletotrichum gloeosporioides*

eschinomena for the control of *Aeschynomene virginica* in rice and soybean, several fungi, bacteria and viruses are potential bioherbicides. Some fungal pathogens can also control *Theophrastus abutilon*, white quinoa, common dorum, chickpea millet, and Aleppo sorghum in sugar beet crops.

A biologically active product of natural origin is an excellent source of molecules for the development of pharmaceuticals, insecticides and fungicides. Commercial herbicides and natural phytotoxins have a lot in common. In most cases, microbiological sources are used to produce herbicides of natural origin.

Despite hundreds of patented compounds, only two of them are being successfully promoted – bialaphos and phosphinothricin. Chemically produced glufosinate (a form of phosphinothricin) acts directly on plants, while bialaphos requires metabolic conversion to phosphinothricin. Currently, biological control strategies or natural phytotoxins are used to control weeds in sugar beet fields. Well-known scientists have noted that with the use of bioherbicides, the control of sugar beet weeds can be effective for a longer period.

Comprehensive weed control. It is a systematic approach to weed management that involves the application of strategies, principles, practices, methods and materials in a comprehensive, integrated, environmentally sound and economical way to ensure optimum production.

Integrated Pest Management (IPM) is an effective way to control pests by applying all practices (cultural, biological and chemical) to reduce economic and environmental risks. Integrated weed control helps to reduce dependence on pesticides in growing crops. The real agronomic need is only to protect the crop during the critical stage of weed control when the weed is capable of causing crop losses.

Scientists say that a sugar beet field must be kept weed-free for 15 to 40 days after the seeds germinate. It is necessary to carefully choose the fate of herbicides, persistence and timing of weed control. Losses of 50-70% of the sugar beet crop occur when weeding is delayed from 60 to 90 days after sowing. Integrated weed management must be applied to reduce weed competition, increase crop production and net profit.

Conclusion. To summarize, effective weed control in sugar beet crops requires careful planning and the use of a variety of methods, as well as constant monitoring and correction of strategies. Only such a comprehensive approach will ensure high yields and quality products, preserving natural resources and adhering to the principles of sustainable development.

References

1. Захист посівів цукрових буряків від шкідливих організмів на початку вегетації. URL: [https://dpssko.gov.ua/blog/2021/03/29/%D0%B7%D0%B0%D1%85%D0%B8%D1%81%D1%82-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B2%D1%96%D0%B2-%D1%86%D1%83%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%85-%D0%B1%D1%83%D1%80%D1%8F%D0%BA%D1%96%D0%B2-%D0%B2%D1%96%D0%B4-%D1%88/\(дата звернення: 25.03.2024\).](https://dpssko.gov.ua/blog/2021/03/29/%D0%B7%D0%B0%D1%85%D0%B8%D1%81%D1%82-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B2%D1%96%D0%B2-%D1%86%D1%83%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%85-%D0%B1%D1%83%D1%80%D1%8F%D0%BA%D1%96%D0%B2-%D0%B2%D1%96%D0%B4-%D1%88/(дата%20звернення%3A%2025.03.2024).)

2. Боротьба з бур'янами в посівахцукровихбуряків. URL: <http://ukrsugar.com/uk/post/borotba-z-buranami-v-posivah-cukrovih-burakiv> (дата звернення: 15.02.2024).

3. Боротьбаізбурянами в посівахцукровогобурякахімічним способом. URL: <https://agroscience.com.ua/plant/562-borotba-buryanamy-posivakh-tsukrovogo-buryaka-khimichnym-sposobom>(дата звернення: 21.03.2024).

4. Як підвищитиродючістьцукровихбуряків. Агрономіясьогодні. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/15817-yak-pidvyshchyty-rodichist-tsukrovukh-buriakiv.html> (дата звернення: 12.03.2024).

5. Розробказаходіврегулюваннячисельностібур'янів у посівах цукрових буряків в умовах ПРАТ «Поділля» с. Заболотне Крижопільського району. URL: <http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/17887.pdf> (дата звернення: 20.03.2024).

Любов ФАЙДЕВИЧ⁶,
студентка 1 курсу,
інженерно-технологічного факультету,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ РІЗНИХ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

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

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

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

⁶Науковий керівник: Шевченко Н.В., к.с.-г.н., старший викладач кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ.

corn crop. This article indicates the advantages and disadvantages of different tillage systems for growing corn in Ukraine.

Key words: *corn, traditional (shelf) tillage, horizontaltillage, verticallillage, strip-till, no-till.*

Вступ. У комплексі агротехнічних заходів, спрямованих на підвищення продуктивності кукурудзи, важливе місце займає обробіток ґрунту.

Якісний обробіток ґрунту поліпшує агрофізичні властивості орного шару, регулює біохімічні процеси, що відбуваються у ґрунтовому середовищі, змінює інтенсивність трансформації органічної речовини і вологи, безпосередньо впливає на протиерозійну стійкість агрофону та ефективність використання рослинами внесених добрив.

Для визначення найбільш ефективних систем чи способу обробітку ґрунту під кукурудзу необхідно враховувати тип ґрунту, погодно-кліматичні умови, рельєф місцевості, попередники та ступінь забур'яненості поля. А також біологічні особливості кукурудзи, адже, як відомо, вона має добре розвинену кореневу систему, яка поширюється рівномірно у всіх напрямках і локалізується в основному у шарі ґрунту 30–60 см, тому потребує за можливості глибокого обробітку ґрунту.

Для кукурудзи найбільш сприятливими є чорноземні, темно-каштанові та лучно-чорноземні ґрунти з нейтральною реакцією рН 7,0. Малопридатними є важкі піщані, глинисті, а також кислі і засолені ґрунти з об'ємною масою до 1 г/см³ та понад 1,3 г/см³.

У зонах нестійкого і недостатнього зволоження, головним завданням основного обробітку є створення умов для максимального збереження і накопичення ґрунтової вологи, а також боротьба із бур'янами. Строки і технологія обробітку ґрунту визначається попередником та часом його збирання.

Метою даної статті є порівняння а також висвітлення переваг та недоліків різних систем основного обробітку ґрунту для вирощування кукурудзи.

Виклад основного матеріалу. Система традиційного основного обробітку під кукурудзу в основному складається із лушення стерні та зяблевої оранки. Лушення проводять одразу після збору попередника, яке сприяє очищенню поля від бур'янів та провокує проростання падалиці. А після попередників, що залишають грубі стебла лушення та дискування забезпечують подрібнення рослинних решток, їх перемішування з ґрунтом, та розпушення верхнього шару ґрунту, що у мінімальній технології обробітку може рахуватися як основний.

У різних ґрунтово-кліматичних зонах України під кукурудзу застосовують осінній диференційований обробіток ґрунту, що в більшості випадків представлений оранкою або чизелюванням. Проте, не варто проводити основний обробіток ґрунту весною, адже це призводить до погіршення агрофізичного стану ґрунту (зневоднення, погіршення структури та ін.), що в подальшому відобразиться на зниженні урожайності.

Високу якість традиційного обробітку забезпечує оранка висококліренними оборотними плугами, які надають повне загортання побічної продукції попередника та вирівняність поверхні, що позитивно впливає на якість подальших технологічних операцій.

При вирощуванні кукурудзи на ґрунтах з незначним гумусовим горизонтом, полицевий обробіток слід проводити не глибше ніж 20–22 см для запобігання вивертання на поверхню малогумусного горизонту і заорювання у глибші шари гумусного шару.

Проте є негативні наслідки полицевого обробітку. Вони представлені передусім інтенсивним розвитком ерозійно-стокових процесів, деградацією і виснаженням ґрунту, великою витратою енергетичних ресурсів на виробництво і т.д. За даними ННЦ Інститут землеробства НААН України щорічні втрати ґрунту в Україні через використання полицевої оранки становлять близько 600 млн т, а води — 16 млрд м³, що могло б забезпечити формування 16 млн т зерна.

Враховуючи вищезазначені негативні чинники, в системі ґрунтозахисного землеробства перевага надається чизельному обробітку, який виконується чизельними агрегатами різних компоновок та модифікацій. Чизелювання зменшує розвиток ерозії та допомагає додатково зберегти 190–230 м³/га продуктивної вологи. Щодо порівняння урожайності, то на рівнині при чизельному обробітку ґрунту вона майже така ж як при оранці, а от на пагорбах та схилах перший дає прибавку в 5–8%.

Підіб'ємо підсумки, основний обробіток ґрунту під кукурудзу на рівних полях в більшості проводять полицевими оборотними плугами, а в системі ґрунтозахисного землеробства – чизельними агрегатами, що запобігає розвитку ерозійних процесів та додаткове накопичення продуктивної вологи [1].

Горизонтальний обробіток. Раніше горизонтальний обробіток ґрунту був синонімом оранки з оборотом пласта, проте зараз він в більшості включає прохід культиватором, луцильником або компактним ґрунтообробним агрегатом весною перед сівбою на глибину від 7,6 до 10,2 см. При соєво-кукурудзяній сівозміні горизонтальний обробіток передбачає лише один прохід агрегата безпосередньо перед посівом кукурудзи що забезпечує швидку появу рівномірних сходів. Проте один із основних недоліків цієї системи є нерівномірна щільність на різних шарах ґрунту та наявність плужної підшви. А сама ж плужна підшва в залежності від погодних умов спричиняє погане проникнення через себе вологи, погіршення розвитку кореневої системи. При цьому одним із варіантів покращення стану ґрунту буде використання елементів або є і всієї технології вертикального обробітку ґрунту, no-till чи strip-till.

Також варто зазначити, що різкий перехід із більш традиційних на вертикальний обробіток ґрунту, no-till чи strip-till для деяких фермерів може бути занадто важким, а подекуди неможливим. Перший етап до переходу між технологіями це розпушити увесь ґрунтовий профіль за допомогою певних ґрунтообробних операцій [2].

Вертикальний обробіток – це такий обробіток, що проводиться під прямим кутом до ґрунту, тобто вертикально. Машина для вертикального обробітку мають

довгі лапи, які розпушують ущільнені шари ґрунту, усуваючи перехід у щільності ґрунту, створений горизонтальним обробітком. В основному лінійка техніки представлена лінійними глибокорозпушувачами, дисковими чизелями та дисковими глибокорозпушувачами чизельними плугами.

Для формування однорідного шару ґрунту глибина обробітку повинна складати половину ширини між робочими органами агрегату, тобто при обробітку глибиною 20 см треба виставити ширину між лапами чи то дисками в ряду орієнтовно на відстані 40 см.

Однорідність у розпушуванні ґрунту легше добитись завдяки дисковим глибокорозпушувачам або дисковим чизелям, оскільки вони мають більшу кількість робочих органів. Проте, конфігурація налаштувань агрегату потрібно підбирати під кожне поле окремо.

Слід зазначити що варто приділити увагу вирівнюванню ґрунту, а саме після агрегатів для обробітку ґрунту слід встановити компоненти для вирівнювання його поверхні. Неякісне вирівнювання може призвести до смугового чи ділякового скупчення гербіцидів, через що вони знизиться їх ефективність.

Також важлива форма робочих органів, правильний вибір якої, залежить від того чи варто нам заробляти пожнивні рештки, чи залишати на поверхні у вигляді мульчі. Оптимальна швидкість вертикального обробітку ґрунту 11-20 км/год. Для протидії переущільненню від колій тракторів та обприскувачів на них слід встановлювати спеціальні шини, що розподіляють рівномірно тиск на поверхні ґрунту.

Під час весняного боронування можна перевірити якість основного обробітку ґрунту: якщо трактор трясеться та відчуваються нерівності, значить, обробіток був виконаний недостатньо якісно та мілко. Якщо глибина обробітку була обрана правильно, поставлений у кабіні трактора стакан з водою під час боронування не повинен пролитися, при цьому трактор може водити зі сторони в сторону, але не ніяк не вгору-вниз. Неякісний первинний обробіток ґрунту унеможливує коректне налаштування глибини та тиску у висівних апаратах сівалки, бо м'які ділянки ґрунту чергуватимуться з твердими.

Перевагами такого обробітку є усунення плужної підшви, ущільнених шарів, зменшення перепадів щільності та колії. А от недоліками є те, що він потребує більшої уваги і зусиль, ніж горизонтальний обробіток. Також ця технологія вимагає досить потужних тракторів; встановити спеціальні шини на трактори та обприскувачі, для запобігання утворенню колій; спеціальної сівалки, оскільки вона повинна бути обладнана пристроями для очищення рядків від пожнивних решток; а також завершення осіннього обробітку до того часу, поки підуть дощі.

Якщо ж працювати в вологому або прохолодному кліматі та йти на мінімізацію обробітку ґрунту варто використовувати strip-till. Strip-till суттєво відрізняються від no-till концепція якого спрямована на відсутність будь яких обробітків окрім диска сівалки, і передбачає смуговий обробіток ґрунту на глибину 15-17,5 см [3].

Strip-till цікавий тим, що обробіток поля проводиться лише смугами, а інші ділянки поля залишаються непошкодженими. Також під час обробітку смуг є можливість вносити добрива. Безпосередньо сівба виконується в підготовлені смуги, а між ними залишається мульча, що допомагає зберігати вологу та протистоїть ерозії.

Проте, є і негативні аспекти цієї технології. Насамперед потрібний комплекс агротехніки (як агрегати, так системи точного землеробства), і не всі ґрунтово-кліматичні умови придатні для неї. В більшості найпоширенішою проблемою технології є незбіг проходу ґрунтообробного агрегату і сівалки. Це коли сошники потрапляють не в точно нарізану смугу, а у вкрите пожнивними рештками міжряддя, і відповідно, втрачається сам сенс *strip-till*. На купівлю агрегатів для смугового обробітку ґрунту витрачають чималі кошти, та було б нераціонально їх використовувати не з повною ефективністю.

Також проблематику викликає підготовка полів до переходу на технологію *strip-till*. Поверхню поля потрібно вирівняти ще при традиційному обробітку, щоб зменшити відхилення під час нарізання смуг та посіву та якісно виконувати всі елементи технології.

Важливо ретельно подрібнювати та рівномірно розподіляти пожнивні рештки культури-попередника.

Технологія *no-till* віддалено схожа на *strip-till* але із меншою кількістю оброблюваної поверхні ґрунту та вимагає більше зусиль і планування. За цієї технології потрібно звертати увагу на те, що боротьбу з бур'янами можна проводити в основному гербіцидами. Перші сходи бур'янів контролюють гербіцидами суцільної дії, крім того, останні слід вносити ще й восени. А ще зростає небезпека захворювань, тому доводиться ретельніше пильнувати фітосанітарний стан полів.

Щодо забезпечення ґрунту, то рН та вміст калію і фосфору варто збалансувати до впровадження технології. Повторне вирощування кукурудзи 2 і більше років поспіль можливе, але кожного року їх варто змінювати та пильнувати за хворобами і шкідниками. Для можливості посіву, сівалка повинна бути обладнана пристроями для очищення рядків від пожнивних решток і мати оптимальні показники тиску на ґрунт.

Переваги: зменшення кількості проходів по полю; чудовий контроль ерозії; зменшення випаровування води із ґрунту; зменшення витрат пального.

Недоліки: поля довше прогріваються і висихають; необхідна спеціальна техніка; можливі проблеми через переущільнення ґрунту; тривале впровадження [4].

Висновки. Отже, зважаючи на досліджуваний матеріал щодо переваг та недоліків різних систем обробітку ґрунту для вирощування кукурудзи на зерно можна підсумувати наступне: ефективний вплив обробітку на ґрунт посилюється тоді, коли глибина, способи та заходи його здійснюються в науково обґрунтованій послідовності та тісній взаємодії з усіма ланками системи землеробства; основний обробіток ґрунту відіграє важливу роль у вирощуванні кукурудзи. Одними із найпопулярніших в Україні способів

обробітку ґрунту є традиційний обробіток ґрунту (оранка), горизонтальний обробіток, вертикальний обробіток, *strip-till* і *no-till*, та інші, що практикуються, проте не такі популярні. Кожна із систем обробітку має свої переваги та недоліки вказані в викладі основного матеріалу.

Головним завданням основного обробітку ґрунту під кукурудзу, є максимальне знищення бур'янів, збереження та накопиченнямаксимально можливої кількості вологи із осінньо-зимових та ранньовесняних опадів у оброблювальному шарі ґрунту, накопичення та доступність поживних речовин, активізація біологічних процесів ґрунту, надання кореневмісномушарі оптимальної структури, протидія вітровій і водній ерозії.

Варто зазначити, що надмірно інтенсивний обробіток в більшості випадків призводить до руйнування структури ґрунтуі зниження родючості. За умов зміни клімату що призводить до зменшення кількості атмосферних опадів застосування традиційного основного обробітку ґрунту значно поступається іншим обробіткам в якості та ефективності.

Список використаної літератури

1. Мирослава Фурманець, Юрій Фурманець. Продуктивність кукурудзи залежно від систем обробітку ґрунту та удобрення. Агрономія сьогодні. URL: <https://agronomy.com.ua/statti/zernovi-kultury/1955-produktyvnist-kukurudzy-zalezno-vid-system-obrobitku-gruntu-ta-udobrennia.html>(дата звернення 25.02.2024 р.).

2. Ефективні прийоми обробітку ґрунту під кукурудзу. Агробізнес Сьогодні. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/12698-efektyvni-priyomy-obrobitku-gruntu-pid-kukurudzu.html> (дата звернення 25.02.2024 р.).

3. КенФеррі. Порівняльний огляд систем обробітку ґрунту. Пропозиція. URL:<https://propozitsiya.com/ua/porivnyalnyy-oglyad-system-obrobitku-gruntu>(14.03.2024р.).

Марина ФУРНІК⁷,
студентка 3 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ

Анотація. Стаття присвячена технології вирощування гречки, яка є важливою галуззю в сільському господарстві. У статті детально розглядаються основні аспекти процесу вирощування гречки, включаючи вибір

⁷Науковий керівник: Шевченко Н.В., к.с.-г.н., старший викладач кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ.

сортів, підготовку ґрунту, висівання насіння, догляд за посівами та збір врожаю. Окрім того, в статті розглядаються сучасні технологічні інновації, які допомагають підвищити врожайність та якість продукції гречки. Ця стаття буде корисною для сільськогосподарських виробників та фахівців у галузі, які бажають зрозуміти основні принципи та методи вирощування гречки для досягнення оптимальних результатів у виробництві.

Ключові слова: гречка, сільське господарство, вирощування, технології, сорти, ґрунт, насіння, догляд, врожайність, інновації.

Annotation. The article is dedicated to the buckwheat cultivation technology, which is an important sector in agriculture. The main aspects of the buckwheat cultivation process are thoroughly examined in the article, including variety selection, soil preparation, seed sowing, crop maintenance, and harvest. Additionally, modern technological innovations that help increase buckwheat yield and quality are discussed. This article will be beneficial for agricultural producers and experts in the field who wish to understand the fundamental principles and methods of buckwheat cultivation to achieve optimal results in production.

Keywords: buckwheat, agriculture, cultivation, technology, varieties, soil, seeds, care, yield, innovations.

Вступ. Гречка залишається основною та традиційно важливою культурою в Україні. Однак, останнім часом спостерігається стійка тенденція до скорочення посівних площ під цією культурою, що призводить до зменшення валових зборів зерна гречки. За даними Держкомстату, з 574 тисяч гектарів у 2000 році посівні площі гречки зменшилися до 106 тисяч гектарів у 2018 році. Це призвело до практично п'ятикратного зменшення валового збору зерна гречки.

Виклад основного матеріалу. Дослідження Інституту показали, що як способи сівби, так і біопрепарати мають значний вплив на врожайність гречки. Обробка рослин гречки біопрепаратом «Гумат калію» у фазу бутонізації призвела до збільшення врожайності зерна для сортів «Ювілейна 100» та «Слобожанка» на 0,20 і 0,36 центнера на гектар відповідно порівняно з контролем. Внесення мікрогуміну у поєднанні з обробкою насіння гречки сприяло підвищенню польової схожості насіння та вплинуло на формування листового апарату. Передпосівна інокуляція гречки мікробним препаратом комплексної дії мікрогуміном, а також у поєднанні з біопрепаратом «Гумат калію» внесення в фазу бутонізації гречки значно підвищує врожайність культури. Ці заходи сприяють прискоренню накопичення надземної біомаси, поліпшенню параметрів біометрії посівів та морфологічних ознак рослин.

Гречка широко використовується для виробництва дитячого харчування та дієтичних продуктів, що породжує ряд суперечностей при застосуванні інтенсивних технологій у її вирощуванні. Ця культура належить до групи зернових, але водночас є представником родини гречкових.

Гречка є теплолюбною рослиною, її насіння починає проростати при температурі ґрунту +7...+8°C. Запилюється комахами чи частково вітром. На

одній рослині із 500-1500 квіток плідними є лише 5-20%. Сходи гречки чутливі до заморозків: при температурі повітря мінус 2-3°C вони пошкоджуються, а при мінус 4°C рослини загинуть. Температура вище 25°C пригнічує розвиток гречки, особливо у фазі цвітіння. Вегетаційний період характеризується сумою активних температур у межах 800-1200 °С, а найкраще рослина розвивається при температурі близько 20°C та відносній вологості повітря не нижче 60% [2].

Гречка є вологолюбною культурою: її потреба у воді у три рази вища, ніж у проса, і у два рази більша, ніж у пшениці. Транспіраційний коефіцієнт гречки становить 400-600, а недостатнє забезпечення вологою в генеративний період може призвести до утворення до 40% пустого зерна. Рослина потребує короткого світлового дня і може успішно рости на різних ґрунтах з кислотністю рН 5,0-7,5.

Період органогенезу гречки поділяється на вегетативний (від посіву до початку цвітіння) і генеративний (цвітіння і дозрівання). Їхній оптимальний тривалість становить 70-80 днів, протягом яких відбувається інтенсивний розвиток рослини, але з повільним ростом [5].

Наступний етап включає цвітіння, запліднення і початок утворення клад. Цей період є найбільш критичним для формування врожаю, оскільки його успішність залежить від наявності вологи в ґрунті та умов, створених на попередніх етапах. Гречка, яка є вологолюбною рослиною, потребує води в 2-3 рази більше, ніж просо.

Характерною особливістю гречки є висока здатність її кореневої системи до засвоєння фосфору за допомогою корневих виділень, що перетворюють важкорозчинні сполуки фосфору у більш розчинні і доступні для рослин. Оскільки коренева система має слаборозвинену структуру, найкраще для її зростання підходять родючі та добре аеровані ґрунти.

Найбільш вдалими попередниками для гречки є: озима пшениця, ячмінь, цукрові буряки, кукурудза та зернобобові. Проте гречка є неефективним попередником для себе самої, і не рекомендується висівати її після суданської трави або соняшнику, які можуть пересушити ґрунт.

Однією з головних причин низьких врожаїв гречки є те, що її часто вважають маловимогливою до ґрунту та попередників.

Гречка також має важливе значення як фітосанітарна культура, добре підходить як попередник для інших рослин у сівозміні. Наукові дослідження показують, що після гречки ризик ураження кореневими гнилями колосових культур зменшується в 2-7 разів порівняно з післясівбовими попередниками. Також гречка сприяє покращенню фізичних властивостей ґрунту та зменшує його щільність. Таким чином, використання гречки у сівозміні може забезпечити високі урожаї для наступних сільськогосподарських культур.

Гречка є типовою ремонтантною рослиною, що означає, що вона росте і цвіте одночасно [4].

Лісостепова зона України вважається традиційною зоною для вирощування гречки. Тут сприятливі умови для вегетації культури

створюються за рахунок достатнього рівня зволоження та високої якості ґрунтів, переважно чорноземів.

Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН розробив новий метод визначення оптимальних строків сівби гречки, враховуючи температурний режим ґрунту для кожного року та погодні умови весняного періоду. Рекомендується проводити посів гречки після того, як мине небезпека приморозків, а також так, щоб фаза цвітіння культури не співпадала з періодом максимально високих температур. За даними за багаторічний період, найвища добова температура в умовах Лісостепу спостерігається у середині липня – на початку серпня.

Оптимальна норма висіву для звичайної рядкової сівби становить 3,0-3,5 мільйона насінин на 1 гектар, а для широкорядної – 2,0-2,5 мільйона. Згідно з дослідженнями Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН, встановлено, що широкорядний метод сівби перевершує рядковий за врожайністю для сорту гречки «Ювілейна 100» при нормі висіву 2,0 і 2,5 мільйона штук на гектар на 0,9 і 3,2 центнера на гектар відповідно, а для сорту «Слобожанка» – на 3,9 і 2,4 центнера на гектар відповідно [7].

Застосування комплексного препарату мікрогуміну разом з гуматом калію у технології вирощування гречки приводить до значного підвищення врожайності культури та її стійкості до стресових ситуацій гідротермічного режиму вегетаційного періоду. Таким чином, використання гумату калію та мікрогуміну є ефективним засобом збільшення економічної ефективності вирощування гречки [3].

У умовах північно-східного Лісостепу використання інокуляції разом з мікрогуміном та обприскування гуматом калію позитивно впливає на врожайність досліджуваних сортів гречки. Дослідження показали, що оптимальним для гречки є перший строк сівби. Умови цього року сприятливі для детермінантного морфотипу гречки, зокрема для сорту «Ювілейна-100». Аналіз урожайності свідчить про ефективність обробки насіння гречки з використанням інокуляції мікрогуміну та обробки гуматом калію.

Інокуляція насіння мікрогуміном призвела до незначного зростання урожайності сорту гречки «Ювілейна-100» на 3,3-6,6%, а для сорту «Слобожанка» цей ефект був ще вищим, збільшивши урожайність на 10-15% т/га. Крім того, поєднання інокуляції мікрогуміном з обробкою гуматом калію підвищило врожайність гречки на 5-16% для сорту «Слобожанка» та на 6% для сорту «Ювілейна-100». Обробка гуматом калію в період бутонізації гречки також призвела до зростання врожайності на 10-23% для сорту «Слобожанка» та на 7-11% для сорту «Ювілейна-100».

Для досягнення постійно високих урожаїв гречки необхідний системний підхід, докладне планування агротехнічних операцій та їх виконання. Вирощування гречки повинно бути адаптоване до місцевих умов, і тому використання гумату калію та мікрогуміну є важливим елементом технології. Посів гречки рекомендується проводити, коли температура ґрунту на глибині 10 см досягне сталого значення 10 °С.

Ефективним способом реалізації потенціалу гречки та підвищення врожайності є впровадження енергозберігаючих технологічних елементів. Ці елементи призначені для зменшення впливу негативних факторів середовища на ріст гречки у критичні періоди розвитку, враховуючи її біологічні особливості. Такі елементи включають в себе правильне розташування в сівозміні, диференційовану обробку ґрунту для боротьби з бур'янами, сівбу в оптимальний час, внесення мінеральних добрив у період найбільшого потребування гречки в них, а також своєчасне та якісне збирання врожаю з подальшою очисткою зерна.

Існують декілька причин нестабільної врожайності гречки:

1. Нерівномірність кількості листків та квіток, перевага надається квіткам.
2. Тривалий період цвітіння, який може тривати до 30 днів.
3. Не завжди сприятливі умови для опилення бджілами через дощі або суху погоду [6].

Важливу роль в гречці відіграє підготовка ґрунту. Це включає ранню та глибоку оранку на зяб, а весною – культивацію, яка допомагає знищити бур'яни та підготувати ґрунт до посіву, оскільки гречку висівають незадовго до цього.

Якість посівного матеріалу також впливає на врожай гречки. Насіння гречки відрізняється за розміром та масою через тривалий період їх формування. Тому очищення, сортування та відбір крупного насіння є ключовими аспектами для досягнення високих врожаїв.

Значення часу висіву для гречки велике. Ранній посів може призвести до пошкодження від весняних заморозків, тоді як пізній посів може негативно вплинути на врожай через спеку та недолік вологи. Насіння слід висівати, коли ґрунт прогрівається до 12-15 градусів. Оптимальним засобом посіву для розмноження насіння є широкорядний метод з розміщенням рядків на відстані 45 см один від одного. Для цього використовують насінневі сіянки ССТ – 12Б з пристосуванням СТЯ – 27000. Норма висіву для широкорядного методу складає 2-3 млн насінин на 1 га (від 45 до 60 кг), але на забур'яненних ділянках рекомендується збільшити норму висіву на 15-20%.

Дуже важливо, особливо при широкорядному посіві, правильно спрямовувати рядки. Ефективним виявляється розміщення рядків з півночі на південь, щоб рослини не затінювали одна одну.

Після висіву необхідно починати догляд за посівами, який включає прокатування поля зубчатими і кільчатими катками ЗККШ – 6А. При утворенні корки та проростанні бур'янів проводять рихлення легкими боронами ЗОР-0,7, ЗБП-0,6 і БСО-4, БС-2. Р, або ротаційними мотигами. Це дозволяє збільшити врожайність на 2-3 центнери з гектара.

Після сходів на широкорядних посівах виконують міжрядну обробку на глибину 4-6 см. Якщо з'являються бур'яни, то рекомендується зробити рихлення ще 1-2 рази і знищити бур'ян в рядках. Перше міжрядне рихлення проводять у фазі одного – двох листочків, друге – перед цвітінням, а якщо цього недостатньо, то між цими періодами. Боронувати слід в ясну теплу погоду, коли рослини гречки менш крихкі [1].

Необхідно врахувати, що для отримання повноцінного врожаю гречки потрібно застосовувати оптимальні дози мінеральних добрив, зокрема 3 - 3,4 кг діючої речовини азоту, 1,5 – 2 кг діючої речовини фосфору і 4 – 5 кг діючої речовини калію. Рекомендовано внести 60 % цих добрив до початку цвітіння, а решту 40 % - у період цвітіння та наступного досягання.

Для поверхневого розкидування добрив можна використовувати 1РМГ – 4. Мінеральні добрива можна вносити за допомогою сіялок РТГ – 4,2А. Припосівне внесення проводять сіялкою ССТ – 12А. Прикореневе внесення можна виконати одночасно з іншими міжрядними обробками за допомогою культиватора УСМК – 5,4Б.

Збирання врожаю слід розпочати, коли досягне 2/3 насіння фази буріння, оскільки відкладення цього може призвести до втрати перших цінних насінин. Рекомендується збирати вранці та ввечері. Зазвичай збирання проводять двохфазним методом. Рослини скошують жатками ЖВН – 6. Обмолот рекомендується проводити через 3-5 днів після скошування, коли вологість зерна знизиться до 15 – 18 %, за допомогою зернозбиральних комбайнів.

Висновки. Отже, використання оптимальних агротехнічних методів у поєднанні з науково обґрунтованими підходами сприяє підвищенню врожайності гречки та забезпечує стабільність виробництва цієї важливої культури.

Список використаної літератури

1. Грицаєнко З. М., Даценко А. А. Урожайність зерна гречки за дії біологічних препаратів. *Агробіологія*. № 2. 2014. С. 39–42
2. Мащенко Ю. В. Вплив систем удобрення та ефективних мікроорганізмів на продуктивність гречки в умовах Північного Степу України. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. Дніпропетровськ. 2009. № 37. С. 26–30.
3. Мащенко Ю. В. Технологія вирощування гречки в північному Степу України. *Вісник Степу. Науковий збірник. Ювілейний вип.* 2012. С. 68–77.
4. Мащенко Ю. В. Удосконалена технологія вирощування гречки в умовах Північного Степу. Науково-практичне видання. Кіровоградська ДСГДС НААН. Кіровоград. 2017. 160 с.
5. Шувар А. М., Рудавська Н. М., Вплив біопрепаратів для обробки насіння за органічної технології вирощування гречки. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 66. С. 184–194. DOI: <http://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-66/13.pdf>.
6. Butenko A. O., Sobko M. G., Ilchenko V. O., Radchenko M. V., Hlupak Z. I., Danylchenko L. M., Tykhonova O. M. Agrobiological and ecological bases of productivity in crease and genetic potential implementation o f new buck wheat cultivars in the conditions of the North eastern Forest-Steppe of Ukraine. *UkrainianJournalofE cology*. 2019. 9(1), 162–168.
7. Duane R. Buckwhe at Production. Berglund. North Dakota State University. URL: <https://www.ndsu.edu/agriculture/ag-hub/publications/ buckwheatproduction>. (Lastaccessed: 21.03.2024).

Анастасія ГЕРАСИМЧУК⁸,
студентка 3 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

АМЕРИКАНСЬКИЙ БІЛИЙ МЕТЕЛИК (*HYRPHANTRIA CUNEA DRURY.*) ТА ЗАХОДИ БОРОТЬБИ З НИМ

Анотація. Стаття розглядає заходи боротьби з американським білим метеликом, що становить серйозну загрозу для сільськогосподарських культур. Висвітлюється важливість вчасного виявлення та контролю за поширенням цього шкідника. Обговорюються методи та стратегії захисту рослин, включаючи використання біологічних засобів, хімічних препаратів та вдосконалення агротехнік. Особлива увага приділяється інтегрованому підходу до управління шкідниками, який передбачає комплексне застосування різноманітних методів з метою зниження популяції білого метелика та мінімізації його впливу на врожайність та якість продукції.

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

Annotation. The article examines measures to combat the American white butterfly, which poses a serious threat to agricultural crops. The importance of timely detection and control of the spread of this pest is highlighted. Plant protection methods and strategies are discussed, including the use of biological agents, chemicals, and improved agricultural techniques. Special attention is paid to an integrated approach to pest management, which involves the complex application of various methods in order to reduce the white butterfly population and minimize its impact on yield and product quality.

Key words: quarantine pest, prevalence, harmfulness, population limitation.

Вступ. У світовій аграрній практиці питання боротьби зі шкідниками є надзвичайно актуальними та важливими. Одним із таких небезпечних шкідників є американський білий метелик (*Hyphantria cunea* Drury.), який становить серйозну загрозу для сільськогосподарських культур. Він спричиняє значні збитки врожаю та призводить до погіршення якості продукції. Тому вивчення методів та стратегій контролю за цим шкідником має велике значення для забезпечення стабільності та продуктивності аграрного сектору. В даній статті буде розглянуто основні аспекти боротьби з американським білим метеликом, зокрема методи біологічного та хімічного контролю, а також інтегровані підходи до управління цим шкідником.

Виклад основного матеріалу. (*Hyphantria cunea* Drury.) (Lepidoptera: Erebidae), є широко поширеним дефоліатором, який поширений у

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

континентальній частині Сполучених Штатів, а також у південній Канаді та північній Мексиці. Його випадково завезли до багатьох частин Європи та Азії.

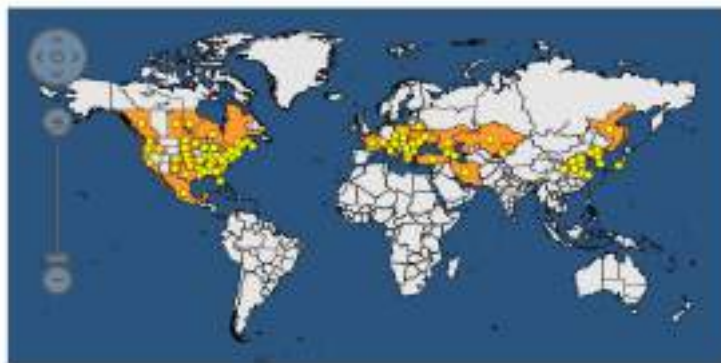


Рис 1. Карта розповсюдження американського білого метелика

Служба звітності ЄОКЗР (1994/215) : вперше виявлено в Закарпатській області в 1952 році, зараз у 8 областях.

Річний звіт за 1996 рік дає наступний розподіл по областях:

- Захід: Чернівецька, Закарпатська
- Центр: Черкаси, Київ, Кіровоград, Полтава, Вінниця
- Південь: Херсон, Крим, Миколаїв, Одеса, Запоріжжя
- Схід: Дніпропетровськ, Донецьк, Харків, Луганськ

На думку Федоренка В.П., Писаренка В.М. (2012) даний шкідник поширений, та виявлений у 20 областях (з 24) та в АР Крим. Проте з 2007 року загальна площа поширення зменшилася до 39 900 га завдяки програмі ліквідації, яка включала хімічний та біологічний контроль.

Бурдуланюк та ін., (2023) повідомляють про присутній фітофага у 21 регіоні України на площі 91816,03 га. З 2015 по 2020 рік тенденції до збільшення площі заселення не спостерігалось. У 2021 році відбулося різке збільшення площі заселення до 90349,82 га [1, 8].

Американський білий метелик пошкоджує майже всі види кущів і дерева у дикій природі зареєстровано понад 600 трофічно зв'язаних з фітофагом рослин. Незважаючи на те, що шкідник поліфаг, гусениці виявляють певний ступінь фаворитизму; гікорі/пекан (*Caryasp.*), волоський горіх (*Juglans*), в'яз (*Ulmus*), вільха (*Alnus*), верба (*Salix*), шовковиця (*Morus*), дуб (*Quercus*), ясен (*Liquidambar*) і тополь (*Populus*) рослини, на яких вони найчастіше зустрічаються.

Природний ареал: Північна Америка, Канада і Мексика за походженням; але був завезений у Європу та Азію, де він утвердився як деструктивний інвазивний вид.

*Hyrphantriacunea*Drury. має від одного до чотирьох річних генерацій на рік, залежно від географічного походження. Північні популяції мають лише одне або два покоління, тоді як південні популяції мають три-чотири. Ймовірно, це пов'язано з ключовими природними факторами, такими як тривалість дня та температура, які регулюють індукцію діапаузи у лялечок (зимівля) – місцевий клімат регулює діапаузу [1, 5].

Чисельність осіннього покоління значно змінюється з року в рік у будь-якому конкретному місці. Пік осінньої популяції павутинних популяцій личинок досягається приблизно кожні 8–16 років на великих територіях. Популяції, як правило, не досягали потенційних розмірів, які сприяли відповідній погоді чи запасам живлення, що вказує на важливість хижаків і паразитів.

До агротехнічних заходів боротьби з фітофагом відносяться: розрізання гнізд павутини з гусеницями, очищення плодів від очищеної кори, видалення і спалювання рослинних залишків восени і взимку для знищення лялечок.

Американський білий метелик (*Huphantria cunea* (Drury.) активний влітку та на початку осені. Біла опушена самиця метелика відкладає приблизно 600 яєць на нижній стороні листя у вигляді мас, вкритих білими волосками з її власного тіла. Протягом тижня з яєць відроджується личинки з червоною або чорною головою, яка вкрита тонкими волосками. Майже відразу личинки починають співпрацювати, створюючи шовкову павутину на кінчику гілки, де вони починають житись. Спочатку вони скелетують листя всередині павутини, але в міру розвитку личинок павутина розширюється і покриває більше листя на гілці дерева. Личинки живляться до шести тижнів до залякування. Дорослі гусениці залишають павутину, щоб залялюковуватись під тріщинами кори, ґрунтом або камінням. Період лялечки може коливатися від 12 до 80 днів, залежно від умов навколишнього середовища, після чого з'являється метелик. Американський білий метелик зимує у стадії – лялечки та може мати кілька поколінь протягом року [2].

Гусениці білого метелика будують гніздо з шовкової павутини, щоб полегшити живлення, уникнути нападу природних ворогів і зберегти тепло. Гнізда непривабливі, а живлення листям усередині гнізда призводить до великої дефоліації. *Huphantria cunea* Drury. може швидко знизити естетичну привабливість ландшафтних дерев і кущів, а сильне зараження може завдати значних збитків деревам.

Під час тривоги всі личинки в павутині посмикуються в ритмі, очевидно, як захисний механізм. Залякування відбувається в тонких коконах у тріщинах кори, під камінням, у пуховик або просто під поверхнею ґрунту.

До агротехнічних заходів боротьби відносяться розрізання гнізд павутини з гусеницями, очищення плодів від очищеної кори, видалення і спалювання рослинних залишків восени і взимку для ліквідації лялечок.

Регулярний огляд дерев і кущів, починаючи з середини літа, допоможе виявити зараження. Для визначення ранніх польотів були розроблені пастки, що містять статеві феромони. Як частина культурного контролю, обрізка заражених гілок зменшить велику кількість павутини. Однак інтенсивна обрізка не рекомендується, оскільки це може знизити продуктивність плодівих дерев. Біологічний контроль відіграє вирішальну роль у зменшенні популяції шкідника. Порушення захисної смуги гнізда зазвичай призводить до загибелі всіх або більшості гусениць усередині, тому будь-які гнізда в межах досяжності довгої жердини можна розірвати як контрольний захід. Мікробний інсектицид

Bacillus thuringiensis комерційно доступний і може використовуватися для боротьби з карантинним організмом [3].

Btsubsp. kurstaki (Btk), меншою мірою *Btsubsp. aizawai* (Bta), використовуються для боротьби з лускокрилими, що вражають лісові та міські тіньові дерева, включно з гусеницями наметів *Malacosomaspp.*, гусеницями, *Huphantriacunea*, мішками, *Thyridopteryxer hemeraeformis*, ялиновими гусеницями, *Choristoneura occidentalis* та непарними совки *Lymantria dispar*. *Btsubsp. Tenebrionis* (Btt) також використовувався проти кількох листоїдів, які вражають декоративні та тіньові дерева. У тих випадках, коли продукти успішно застосовуються, зазвичай спостерігається рівень смертності 90% або більше зі значним зменшенням дефоліації. Комерційна доступність продуктів Btt, як правило, нижча порівняно з продуктами Btk і Bta.

Продукти Bt доступні в різних формах, включаючи концентрати суспензій, змочувані порошки та гранули, що диспергуються у воді. Bt можна застосовувати за допомогою більшості стандартного обладнання для позакореневого внесення, а також холодних і термічних туманоутворювачів з ідеальним розміром крапель для листя в діапазоні 40–100мкм. Оскільки кристалічні токсини потрібно проковтнути, хороше покриття розпилювачем цільової ділянки є критичним, і часто використовуються зволожуючі або розповсюджувальні засоби. Залишки Bt, як правило, руйнуються під дією сонячного світла та опадів, і, отже, їх слід призначити за часом, щоб збігтися з шкідником, який уже знаходиться на мішені та активно харчується. Загалом продукти Bt більш ефективні проти малих личинкових стадій, причому більші стадії мають прогресивно вищі значення LC 50, тенденція, що спостерігається як у *Lepidoptera*, так і у *Coleoptera*. На жаль, лісівники та розплідники часто не звертають уваги на маленькі, ранні стадії, і пестициди застосовуються на пізніх стадіях. Варіації сприйнятливості до продуктів Bt також були відзначені серед різних польових популяцій [4].

Моніторинг: Слідкуйте за шовковистими павутинками на кінчиках гілок, які можна обрізати, перш ніж вони стануть дуже великими. Павутину спочатку можна побачити на південній стороні крон дерев. Павутинки стають найбільш очевидними ближче до кінця живлення личинок і можуть зберігатися протягом місяців після цього. Личинки живляться за 3–4 тижні до появи павутини. Невеликі павутини починають з'являтися в середині липня, але часто їх не помічають до осені.

Якщо вони доступні, дрібні павутини личинок американського білого метелика можна обрізати з дерев і кущів і знищити. Не підпалюйте павутину *H. cunea*, коли вона все ще прикріплена до рослини-господаря. Це може завдати більшої шкоди, ніж дані гусениці.

Природні вороги та біологічний контроль, який обмежує поширеність фітофага. Відомо, що 50+ видів паразитів і 36+ видів хижаків у Північній Америці атакують павутинного кліща. Паразит яєць, *Telenomus bifidus*, вважається одним із найефективніших у боротьбі з популяціями осінніх

черв'яків. Двома відомими паразитами гусениць осіннього черв'яка є *Apanteles hyphantriae* і *Meteorus hyphantriae*.

Хімічний контроль: Абабектин, Ацефат, Біфентрин, Карбарил, Хлорпірифос, Ціантраніліпрол, Цифлутрин, Дельтаметрин, Емабектинубензоат, Флонікамід + цикланіліпрол, Гамма-цигалотрин, Індоксакарб, Лямбда-цигалотрин, Малатіон, Перметрин, Піретрини+піперонілбутоксид, Спінеторам + сульфоксафлор, Спіносад (NL), Тебуфенозид.

Активні інгредієнти, які можна застосовувати системно, включають: абабектин (ін'єкція), ацефат (ін'єкція), ціантраніліпрол (зволоження ґрунту, ін'єкція ґрунту) та емабектинубензоат (ін'єкція).

При використанні в розплідниках хлорпірифос призначений лише для карантинного використання [6].

Ключовими факторами, які впливають на поширення фітофага та сприяють інтенсивності його чисельності є:

- Глобальне потепління та послаблення погодних умов як влітку, так і взимку призвели до поширення цього шкідника.
- Широка екологічна ніша та висока адаптивність.
- Тривале призупинення заходів по боротьбі зі шкідниками в садах, лісах та парках.
- Фермери та землекористувачі не приділяють достатньої уваги цьому шкіднику.
- Гарне забезпечення їжею означає надання шкідникам досить широкого асортименту рослин, якими вони живляться.

Для запобігання інвазії карантинного організму необхідно проводити детальні перевірки імпортованих товарів, вітчизняної продукції, пакувальних матеріалів, автотранспорту, що прибуває з карантинних зон, регулярно оглядати багаторічні насадження. Вилучення плодів і садивного матеріалу із заражених господарств і населених пунктів повинно проводитися після фітосанітарного огляду. Також, щоб успішно позбутися цього небезпечного шкідника, жителі міста не повинні бути байдужими до стану насаджень навколо і намагатися самостійно боротися з його нашествиям. Регулярно оглядайте дерева у своєму саду, особливо в першій декаді червня та другій декаді серпня, коли знаходять перші гнізда гусениць першого та другого покоління. Слід ретельно оглянути крону дерева. з'являтися [7].

Висновки. У висновку можна зазначити, що заходи боротьби з американським білим метеликом є невід'ємною частиною сучасного сільського господарства. Ці заходи включають в себе широкий спектр стратегій, які охоплюють біологічні, хімічні та агротехнічні методи. Важливим елементом успішної боротьби є інтегрований підхід, який поєднує різноманітні методи з метою максимально ефективного контролю за популяцією шкідника.

Біологічні методи, такі як використання природних ворогів або впровадження біологічних препаратів, сприяють зниженню популяції метелика без негативного впливу на навколишнє середовище та безпеку

харчових продуктів. Хімічні препарати, використовувані з урахуванням безпеки та ефективності, можуть бути додатковим інструментом для контролю за шкідником. Однак їх застосування вимагає обережного планування та врахування можливих негативних наслідків.

Агротехнічні заходи, такі як фізичне видалення гніздових сплетів або очищення дерев від обгризеної кори, допомагають знизити відомості, необхідні для успішного розвитку метелика. Регулярне видалення рослинних залишків упродовж осінньо-зимового періоду також є важливою практикою для знищення лялечок, що знижує ризик масового виникнення шкідника в наступному сезоні.

Загалом, інтегрований підхід до боротьби з американським білим метеликом виявляється найефективнішим підходом, оскільки він поєднує різноманітні методи, максимально використовує природні ресурси та мінімізує негативний вплив на довкілля. Такий підхід сприяє забезпеченню стійкості сільськогосподарських культур та підтримує здоров'я екосистем у довгостроковій перспективі.

Список використаної літератури

1. *Hyphantria cunea*, *Distribution details in Ukraine*. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/HYPHCU/distribution/UA> (дата звернення: 23.02.2024)
2. *LandscapePestManagement* URL: <https://extension.uga.edu/programs-services/landscape-pest-management/Nursery-pests/fall-webworm.html> (дата звернення: 13.03.2024)
3. *Fall webworm: Biology and management* URL: <https://site.caes.uga.edu/entomologyresearch/2022/11/fall-webworm-biology-and-management/> (дата звернення: 23.02.2024)
4. *Hyphantria cunea* URL :<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/hyphantria-cunea>(дата звернення: 20.03.2024)
5. *Hyphantria cunea* – «Fallwebworm» URL: <https://breedingbutterflies.com/hyphantria-cunea/>(дата звернення: 23.3.2024)
6. *Hyphantria cunea* URL: <https://ag.umass.edu/landscape/publications-resources/insect-mite-guide/hyphantria-cunea> (дата звернення: 22.02.2024)
7. Американський білий метелик URL:<https://consumerhm.gov.ua/1317-amerikanskij-bilij-metelik> (дата звернення: 10.03.2024)
8. *Biology and Management to the Fall Web worm, Hyphantria cunea* (Lepidoptera: Erebidae) URL: <https://academic.oup.com/jipm/article/8/1/7/3064075> (дата звернення: 10.03.2024)

Роман ГНОТ⁹,
студент 2-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ БУРЯКА (*BETA L.*)

Анотація. Буряк (*Beta L.*) є одним з найважливіших культурних родів для людства у всіх країнах світу. Оскільки його представники використовуються як і кормова база для годування тварин, так і сировина з якої виготовляють: цукор, етанолон, патоку з якої одержують спиртові дріжджі, гліцерин, також він широко використовується в харчових та медичних цілях. У даній статті розглянуто генетичні ресурси роду буряк (*Beta L.*). Їх важливість для підтримки біорізноманітності та стійкості видового складу. Висвітлюються основні аспекти генетичного різноманіття, включаючи морфологічні, фізіологічні та біохімічні особливості буряка. Розглядаються також методи збереження та використання генетичних ресурсів для забезпечення стійких та врожайних сортів та гібридів. Вивчення цих аспектів сприяє розвитку сільського господарства та вирішенню проблеми продовольчої безпеки людства, а висвітлення генетичної різноманітності буряка є важливим щодо збереження та раціонального використання біоресурсу.

Ключові слова: буряк, ресурс, користь.

Annotation. Beet (*Beta L.*) is one of the most important cultivated genera for humanity worldwide. Since its representatives are used both as a feedstock for animal feeding, and as raw material from which sugar, ethanol, molasses producing alcohol yeast, glycerin, it is also widely used for food and medical purposes. This article examines the genetic resources of the beet genus (*Beta L.*). Their importance for supporting biodiversity and species composition stability is emphasized. The main aspects of genetic diversity, including morphological, physiological, and biochemical characteristics of beets, are highlighted. Methods for preserving and using genetic resources to ensure stable and productive varieties are also discussed. The study of these aspects contributes to the development of agriculture and solving the problem of food security for humanity, while highlighting the genetic diversity of beets is important for the conservation and rational use of bioresources.

Key words: beet, resource, benefit.

Вступ. На сьогодні буряк є однією з найважливіших продовольчих культур у сільському господарстві світу та України. За обсягом посівних площ на 2023 рік, тільки одного з представників роду – буряка цукрового було посіяно 213,1 тис. га. в Україні, з них найбільше посівних площ припало на такі області: Вінницька – 52 тис. га, Хмельницька – 23,5 тис. га, Полтавська – 22,5 тис. га [1].

⁹Науковий керівник: Аралова Т.С. кандидат с.-г.н., старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослини ВНАУ.

По площах посіву буряка цукрового серед топ 20 країн виробників у світі – Україна твердо займає 7 місце за даними 2016 року. Найглобальніше значення для людства з видів роду має буряк цукровий, оскільки з нього виготовляється близько 30% цукру в усьому світі. Різноманіття генетичних ресурсів є ключовим аспектом для розуміння та підтримки стійкості та поліпшення цього важливого культурно рослинного роду [2].

Виклад основного матеріалу. За чинною класифікацією всі форми буряків (дикі й культурні, однорічні, дворічні та багаторічні) об'єднують в один ботанічний рід буряки (*Beta* L.), який належить до родини амарантових, і налічує 14 диких і один культурний вид. У процесі еволюції видів роду *Beta* L. утворилися 3 природні групи: канарські (3 види), гірські (6 видів), звичайні (6 видів). До останньої належить відібраний і сформований людиною збірний вид *Beta vulgaris* L., який об'єднує такі підвиди: *Betacicla* – листові буряки з трьома групами різновидностей (листові салатні – *convar.vulgaris*, черешкові салатні – *convar.petiolata*; гібридні черешкові декоративні – *convar.variocicla*). *Betacrassa* – коренеплідні буряки з трьома групами різновидностей (столові – *convar.cruenta*; кормові – *convar.crassa*; цукрові – *convar.saccharifera* з однонасінною формою – *convar.monosperma*) [3].

Відомо, що буряк є одною з найдавніших та найбільш знаних культур, атакож однією з перших культур, яку використовували люди для виробництва цукру. В Індії і Китаї використання буряка в цукровому виробництві датується близько IV–V століттями. Перші згадки про буряк у Європі датуються XIV століттям. Масово буряк почали використовувати для виробництва цукру у XV столітті, коли португальці вивезли його з Аравії до Європи. Виробництво цукру з буряка стало важливим фактором у розвитку світової економіки. За кілька століть до того, як цукрова тростина стала головним джерелом цукру, буряк відіграв важливу роль у торговельних маршрутах та економічних системах [4].

Розглянемо відібраний і сформований людиною збірний вид *Beta vulgaris* L., підвид листові буряки, найбільш поширеним є листові салатні – *convar.vulgaris*, його ще називають мангольд. Буряк мангольд (*Beta vulgaris var. cicla*) – це дволітня трав'яниста рослина (рис.1). Після зрізу відрощує нове листя, яке знову можна зрізати та вживати. Він морозостійкий, навесні виростає з того ж кореня, і його можна відразу пожинати [5]. Вегетаційний період листового мангольда триває близько двох місяців (45–60 діб), тому за сезон можна встигнути здійснити кілька посівів, що дозволяє виростити культуру та зібрати її врожай конвеєрним способом [6]. Збільшення обсягів надземної частини можливе шляхом гібридизації та подальшої селекції, можна отримати сорти мангольду з більшими та більш продуктивними листками та стеблами. Це може бути досягнуто шляхом вибору рослин з великими розмірами та високим рівнем продуктивності для подальшого схрещування. Для покращення смакових якостей використовують поліплоїдність, яка полягає в наявності додаткових хромосом у клітинах, може мати вплив на фізіологічні та біохімічні властивості рослини, включаючи смакові якості. Поліплоїдність може впливати на концентрацію хімічних сполук у рослині, включаючи ароматичні та смакові

речовини. Застосування гібридизації та поліплоїдності для мангольда допомагає в поліпшенні його характеристик [7].



Рис. 1. Буряк мангольд (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* var. *vulgaris*)[8]

Betacrassa – коренеплідні буряки

Столовий буряк (*convar. cruenta*) – одно- та дворічна рослина, дає великі коренеплоди темно-бордового кольору, що важать до 1 кг. (рис. 2). Листя столового буряка має широку форму і насичений зелений колір. Форма плодів може бути від округлої до плоскої. Селекцію буряків вирішують не лише традиційними, а й біотехнологічними методами. Важливим завданням є збереження унікальності мутантних форм і цінних генотипів буряків, отриманих гібридизацією *in vivo*, а також у культурі клітин і тканин *in vitro*. Розроблена методика мікроклонального розмноження різних генотипів буряків дає змогу покращувати врожайність, смакові якості, кількість корисних елементів у рослині, що дозволяє забезпечити стабільне виробництво цього важливого овоча [9]. Генетичний фонд буряка столового різноманітний, у Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні зареєстровані такі сорти та гібриди: Ренова (дата державної реєстрації 2017 рік), КьоджаС, Алексіс (дата державної реєстрації 2018 рік), Джолі (дата державної реєстрації 2019 рік), Маноло, Ред Бул, Юліс (дата державної реєстрації 2020 рік), Морен, Скарлет (дата державної реєстрації 2021 рік), Детройт ББ (дата державної реєстрації 2022 рік), Король (дата державної реєстрації 2023 рік), Родіті (дата державної реєстрації 2024 рік) [10].



Рис. 2. Буряк столовий (*convar. Cruenta*) [13]

Огляд найбільш поширених сортів та гібридів

Алексіс. Пізній сорт, що розвиває видовжені, циліндричні корені, що ростуть на 21–26 см завдовжки. М'якоть темно-малинового кольору, позбавлена більш світлих кілець. Вегетаційний період 125–130 діб [10].

Ренова. Вегетаційний період складає 110 діб, маса коренеплода досягає 380 грам, вони рівні, гладкі, циліндричні, рожевого забарвлення. Славиться високою врожайністю плодів. Період зберігання понад 6 місяців. Рекомендована зона для вирощування: Степ, Лісостеп, Полісся [11].

Морен. Вага коренеплодов калеваться від 300 до 500 грамів, вегетаційний період становить 90–100 днів [12].

Ред Бул. Продуктивний середньоранній сорт буряка з періодом вегетації 100–105 діб. Коренеплоди округлі, з відмінними товарними властивостями, м'якоть без радіальних кілець інтенсивного темно-бордового кольору, смакові характеристики високі [12].

Детройт ББ. Вегетаційний період складає 115 діб. Вага коренеплодів коливається в межах 200 грам. Наділені гладкою поверхнею з яскраво-червоним забарвленням. Середина досить соковита і смачна. Стабільно однаково плодоносить [12].

Кормовий буряк (*convar.crassa*)—окультурений коренеплід, отриманий з буряка столового. Великі коренеплоди цього підвиду можуть бути білого, жовтого або оранжево-жовтого кольору (рис.3). Він був виведений у XVIII столітті, як кормова культура для худоби. Полімерія, або поліплоїдія, використовується для виведення нових сортів буряка кормового шляхом збільшення кількості хромосом в геномі рослини. Короткий опис процесу: індукція поліплоїдії, використання хімічних речовин або фізичних факторів, таких як колоїдальне срібло або температурний стрес, для збільшення кількості хромосом у клітинах буряка, після індукції поліплоїдії відбирають та відновлюють рослини, які мають стабільний набір хромосом, проведення селекції серед отриманих поліплоїдних рослин для вибору тих, які мають бажані властивості, такі як врожайність, якість корму, стійкість до хвороб та інші, далі – дослідження генетичної структури та виразу генів у нових поліплоїдних сортах для оцінки впливу поліплоїдії на їхні характеристики. Гібридизація буряка кормового відіграє важливу роль у підвищенні ефективності сільськогосподарського виробництва шляхом створення нових сортів з покращеними характеристиками. У Державному реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні є зареєстровані такі сорти та гібриди: Бригадир (дата державної реєстрації 2011 рік), Бурштин (дата державної реєстрації 2015 рік), Рубікон (дата державної реєстрації 2018 рік), Густея КВС, Центаур Полі Біс, МГР Голіат, Рекорд Полі Біс, Урсус Полі Біс (дата державної

реєстрації 2023 рік), Джероміно, Лактімо, Бетімо (дата державної реєстрації 2024 рік) [10].



Рис. 3. Буряк кормовий (*convar. crassa*) [14]

Огляд найбільш поширених сортів та гібридів

Бригадир. Коренеплоди соковиті, оранжевого кольору, подовженої форми, мають високі кормові якості для сільськогосподарських тварин. Рослина характеризується морозостійкістю (сходи здатні витримати температуру до (- 3 °С) і посухостійкістю. Термін вегетації складає 110–120 діб. Врожайність цього сорту буряка 150 т/га [10].

Рубікон. Тривалість періоду вегетації складає 150-160 діб. Рекомендована зона для вирощування Лісостеп [10].

Центаур Полі білий. Гібрид напівцукровий, багаторостковий, анізоплоїдний. Коренеплід видовженої форми, добре виповнений з невеликою і неглибокою кореневою борозенкою в нижній частині. Вегетаційний період складає 145 діб [12].

Буряк цукровий (*convar. saccharifera*) – високопродуктивна культура з високою здатністю накопичувати цукор (рис.4). У буряківництві зафіксовані факти, коли збір цукру міг досягати 15–19 тон з гектара. В Україні є багатий досвід одержання високих урожаїв цукрових буряків (50–70 т/га) на великих площах посівів, де повною мірою застосовуються всі елементи інтенсивної технології виробництва з урахуванням їх біологічних особливостей [15]. Асоційована генетика або GWAS (дослідження загальногеномної асоціації) апріорі передбачає проведення тестування з кожним маркером геному буряків цукрових, щоб перевірити зв'язок між алелем до маркера та досліджуваними ознаками. А от після виявлення геномних регіонів хромосом, які становлять інтерес, їх інтрогресують (вводять) безпосередньо в матеріал, адаптований до різних сегментів ринку (стійкий до ризоманії, хвороб листкового апарату, посухи, дії низьких або високих температур тощо), завдяки пов'язаним генетичним маркерам. У Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні є зареєстровані такі сорти та гібриди: Айдар (дата державної реєстрації 2017 рік), Барський (дата державної реєстрації 2019 рік), Азамат (дата державної реєстрації 2020 рік), Біатлон, Сонячний, Баргім (дата державної реєстрації 2021 рік), Аркадія, Гладіола КВС, Дандриє, Діамента, Євангеліста КВС (дата державної реєстрації 2022 рік) [10].



Рис. 4. Цукровий буряк (*Beta vulgaris*) [16]

Огляд найбільш поширених сортів та гібридів

Біатлон. Цукристість 17,1–20,1%. Придатність сорту до механізованого збирання становить 8–9 балів. Стійкість до цвітущості 9 балів. Має стійкість до цвітущості 9 балів. Стійкість до церкоспорозу 7 балів [12].

Барський. Збір цукру становить 10,54–11,08 т/га. Урожайність сорту 58,20–58,29 т/га. Цукристість становить 18,1–18,2%. Придатність сорту до механізованого збирання – 8 балів. Стійкість до цвітущості– 9 балів. Стійкість до церкоспорозу становить 5–8 балів [12].

Висновки. Оцінюючи показники існуючих підвидів, можна прийти до висновку, що дослідники успішно поліпшують генетичні властивості буряка та розширюють генетичний потенціал. Вдосконалення цих характеристик сприяє подальшому виведенню більш продуктивних і стійких сортів та гібридів, що забезпечує їх широке поширення і ще більшу цінність у сільському господарстві.

Список використаної літератури

1. Посівна 2023 рік: аграрії завершили сівбу цукрових буряків: веб-сайт URL:<https://latifundist.com/novosti/61881-posivna-2023-agrariyi-zavershili-sivbu-tsukrovih-buryakiv> (дата звернення: 19.03.2024).

2. Площі посіву цукрового буряку: веб-сайт. URL: http://www.economy-nauka.com.ua/pdf/4_2018/70.pdf (дата звернення: 20.03.2024).

3. Буряк (*Beta* L.) відомості за рід: веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D1%80%D1%8F%D0%BA> (дата звернення: 19.03.2024).

4. Топ 10 цікавих фактів про буряк: веб-сайт. URL: https://www.factday.net/1-20-10-tsikavykh-faktiv-pro-buryak.html#google_vignette (дата звернення: 19.03.2024).

5. Буряк трипримочковий: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D1%80%D1%8F%D0%BA_%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B9%D0%BC%D0%BE%D1%87%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9 (дата звернення: 20.03.2024).

6. Вегетаційний період листкового мангольда: веб-сайт. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/article/mangold-abo-listkoviy-buryak> (дата звернення: 20.03.2024).

7. Сиволоб А.В., Рушковський С.Р., Кир'яченко С. С. Генетика : підручник. Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». 2008. 320 с.

8. Мангольд: веб-сайт. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0-%D0%BD%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%B4>(дата звернення: 20.03.2024).
9. Селекція буряків: веб-сайт. URL: <http://dspace.nbuu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/66370/04-Chugunkova.pdf?sequence=1>
10. Буряк кормовий: веб-сайт: URL: <https://agrarii-razom.com.ua/plants/buryak-kormoviy>(дата звернення: 20.03.2024).
11. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні: веб-сайт. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin>(дата звернення: 20.03.2024).
12. Найкращі сорти буряка для відкритого ґрунту: веб-сайт. URL: <https://agra-rii-razom.com.ua/article/naykrashi-sorti-buryaka-dlya-vidkritogo-gruntu> (дата звернення: 19.03.2024).
13. Опис сортів та гібридів: веб-сайт. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/> (дата звернення: 20.03.2024).
14. Культура буряк столовий: веб-сайт. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/culture/buryak-stoloviy>(дата звернення: 20.03.2024).
15. Буряк кормовий: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D1%80%D1%8F%D0%BA_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9(дата звернення: 19.03.2024).
16. Роїк В.М, Іващенко О.О., Пиркін В.І., Сінченко В.М. та ін. Високоєфективна технологія виробництва цукрових буряків. К.: ІЦБ НААН України, Глобус Прес, 2010. 166 с.
17. Цукровий буряк: від сівби до збирання: веб-сайт. URL: <https://agroelita.info/tsukrovyy-buriak-vid-sivby-do-zbyrannia-u-pap-ahroprodservis-zadovoleni-promizhnyumy-rezultatamy-zbyrannia-koreneplodiv/>(дата звернення: 20.03.2024).

Артур ІВАНЦОВ¹⁰,
студент 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕНСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ТА ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ КЛЕЙКОВИНИ У ЗЕРНІ

Анотація. Україна на світовому ринку користується статусом країни-виробника продовольчого та фуражного зерна. Якщо говорити про пшеницю, то у 2021 році Україна стала шостим виробником у світі. Наше зерно

¹⁰Науковий керівник: Амонс С.Е. канд. с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

виявилось надзвичайно важливим елементом для стримування голоду в країнах Африки, Близького Сходу та Південної Азії. З березня 2022 року по лютий 2023 року аграрії України експортували 55,9 млн тон зерна в країни світу. На сьогодні перед науковцями та аграріями країни стоїть завдання вийти в лідери на світовому ринку експорту зерна, особливу увагу приділяючи вирощуванню продовольчої пшениці належної якості та кількості. Вирішити це завдання, як стверджують науковці країни, можливо за допомогою запровадження інтенсивних технологій вирощування зернових злакових культур. У цій статті йдеться про сукупність необхідних заходів для поліпшення якості вирощуваного зерна, включно з вмістом масової частки сирової клейковини та якістю клейковини, а також про методи визначення клейковини в пшениці та муці з неї, і розподіл її за класами.

Ключові слова: Клейковина, глютен, вироби, пшениця, зерно, культура, інноваційні технології, ВДК-7.

Annotation. Ukraine enjoys the status of a producer of food and fodder grain on the global market. Speaking of wheat, in 2021, Ukraine became the sixth-largest producer in the world. Our grain turned out to be an extremely important element in combating hunger in countries of Africa, the Middle East, and South Asia. From March 2022 to February 2023, Ukrainian agrarians exported 55,9 million tons of grain to countries around the world. Today, scientists and farmers in the country face the challenge of becoming leaders in the global grain export market, with special attention being paid to the cultivation of food wheat of appropriate quality and quantity. Solving this issue, as the country's scientists assert, is possible with the introduction of intensive technologies for the cultivation of cereal crops. This article discusses a set of necessary measures to improve the quality of the grown grain, including the content of the mass fraction of raw gluten and the quality of gluten, as well as methods for determining gluten in wheat and flour from it, and its classification by grades.

Key words: Gluten, gluten, products, wheat, grain, culture, innovative technologies, VDK-7.

Вступ. Україна є аграрною країною. Тому вирощуванню зернових злакових культур приділяється багато уваги. Для цього створена велика кількість дослідних станцій, інститутів та навчальних закладів. Із багатьох видів злакових культур особлива увага приділяється вирощуванню пшениці. Пшениця є одним із найпоширеніших і широко використовуваних зернових культур у світі. Її, можна використовувати для виробництва хліба, макаронних виробів, круп та багатьох інших продуктів. Є пшениця низької якості, яка йде на корм тваринам та птиці. З пшениці високої якості виготовляють борошно. Пшеничне борошно має різні класи залежно від вмісту клейковини. Якщо кількість клейковини висока в борошні, то з нього випікають хлібо-булочні, макаронні та інші вироби високої якості.

Виклад основного матеріалу. Для того, щоб отримати потрібний вміст клейковини потрібно використати запровадження інтенсивних технологій

вирощення пшениці (Рис.1). Насамперед необхідно підбирати сорти пшениці з високим вмістом клейковини. Клейковина в зерні залежить від погодніх умов, чим вище процент вологи в повітрі тим нижчий вміст білка в зерні, а відповідно й клейковини. Також погіршить зерно чергування дощів і посух безпосередньо перед збиранням врожаю. На опади ми вплинути не можемо, тому щоб допомогти культурі легше перенести стрес, вносимо мікроелементи та вчасно підживлюємо. Наступне, що значно знижує вміст клейковини, це завищена температура сушіння вологого зерна. Наприклад, при вологості 18% температура має бути 67°C [5].

Щоб вміст білка і клейковини був високим потрібно культуру зберегти від хвороб колоса. Це таких як чернь, бактеріоз та фузаріоз. Та хвороб листя: плямистості, іржі, борошнистої роси. Уражені цим хворобами рослини дають щупле зерно з низькими технологічними властивостями. А це також враховується при визначенні класу зерна. Тому потрібно застосовувати фунгіцид на початку фази цвітіння рослин, щоб забезпечити присутність діючих речовин на момент проникнення патогену в зародок. Ще важливо, щоб при обробці гербіцидами дотримуватися термінів. Запізнення на днів 5 різко знизить врожайність і якість зерна. Останній фактор зниження вмісту клейковини, відсутність вмісту необхідної кількості азоту в таких фазах росту як кушення, ріст стебла і перед колосінням. Тому потрібно диференційоване підживлення під час вегетації культури і звичайно контроль на основі листової діагностики. При ранньому внесенні азоту отримаємо більш високу урожайність, а от для підвищення вмісту білка азот потрібно вносити між фазою появи прапорцевого листа і повною появою суцвіть. Чим більше білка тим більше клейковини [1, 2, 3].

При дотриманні вищезгаданих інтенсивних технологій ми отримаємо велику кількість та високу якість вирощеної пшениці, а це одне з головних завдань агронома.

Як вище зазначено, якість зерна великою мірою залежить від вмісту клейковини, в зерні, у нашому випадку в пшениці. Розглянемо визначення вмісту клейковини у пшениці.



Рис.1 Застосування інтенсивних технологій

Що таке клейковина або глютен – це група білків, що входять до складу зернових злакових культур, Клейковина здатна затримувати вуглекислий газ,

тому тісто робиться пористим, повітряним, дає продукту легкість. Клейковина визначається в таких зернових як: пшениця, жито, ячмінь, овес [1].

Визначаємо кількість клейковини. За допомогою ваги відбираємо 60 г пшениці і розмелюємо її в лабораторному млинку 3 хвилини. Отриманий помол просіваємо через капронове сито №38 (рис. 2). відбираємо та зважуємо 25 грамів муки та засипаємо в порцелянову чашку і додаємо 14 мл води. Замішуємо тісто скляною палочкою, отримане тісто скручуємо в кульку і залишаємо в чашці на 30 хвилин. Чашку закриваємо. Після цього починаємо відмивати клейковину в кристалізаторі (рис. 3) під струменем води.



Рис. 2 Сито №38



Рис. 3 Кристалізатор

Відмивання проводимо до тих пір, поки всі зайві частинки не будуть відмиті і почне протікати прозора вода. Після відмивання клейковину збираємо, і зважуємо. Кількість сирової клейковини виражають у відсотках. Одержану масу 6 множимо на 4 або $6/25 \times 100\% = 24\%$ глютену, тобто клейковини. Воду при визначенні клейковини використовують не дистильовану, температура повинна бути $18 \pm 2^\circ\text{C}$.

Клас клейковини визначаємо згідно таблиці №1.

Таблиця 1

Оцінка класу зерна та сорту муки за кількістю клейковини

Клас зерна	Кількість клейковини	Сорт муки
I	32% і вище	вищий
II	28-32%	1 сорт
III	23-27%	2 сорт
IV	18-22%	оббивший
V	до 18%(фураж)	—

**Джерело: узагальнено автором на основі [5]*

Визначення якості клейковини. Беремо 4 г відмитої клейковини та формуємо кульку і кладемо на 15 хвилин в чашку з водою при температурі $18 \pm 2^\circ\text{C}$. Після цього визначаємо пружно-пластичні властивості приладом ВДК-7вимірником деформації клейковини(рис. 4).



Рис. 4 ВДК-7

На приладі виставляємо час 30 секунд. Під прес кладемо кульку відмитої клейковини і чекаємо результат, який покаже прилад. Наприклад він показав 82 (табл №2).

Таблиця 2

Оцінка характеристики клейковини для виготовлення виробів

Показання	Умовні одиниці	Характеристика
0-15	III	Незадовільна міцна
20-40	II	Задовільна міцна
45-70	I	Добра
80-100	II	Задовільна слабка
105-120	III	Незадовільна слабка

*Джерело: узагальнено автором на основі [4, 5]

Характеристика клейковини «задовільно слабка» – це борошно хлібопекарське. Згідно таблиці ми отримаємо 2 групу якості глютену [5].

Отже ми визначили вміст клейковини в даній пшениці, Це дало нам можливість визначити її клас. Для борошна з цього ж зерна клейковина однакова. Визначивши показник деформації клейковини, тобто якість борошна (ІДК 82 – індекс деформації клейковини) ми зробимо висновок, що з пшениці III класу (кл. 24) отримали муку 2 сорту (кл. 24). Згідно з таблиці характеристика клейковини задовільна слабка. Це борошно хлібопекарське. Макаронні та інші витончені вироби з цього борошна виготовити неможливо [4].

Зерна пшениці можуть бути білими або червоними. Більшість сортів твердої пшениці мають червоні зерна, тоді як біла тверда пшениця має білі зерна. Колосся пшениці можна розділити на чотири основні кольори: білі, червоні, чорні та сіро-коричневі. Найпоширенішими сортами є білі колоски (жовтувато-солом'яного кольору) і червоні колоски (від світло-червоного до темно-коричнево-червоного).

Пшениця поділяється на дві групи – голозерну і не голозерну, залежно від того, як зерно відокремлюється від квіткової оболонки під час традиційного обмолоту. У голозерної пшениці ядро при дозріванні стає крихким і легко відділяється від лущиння. У межах виду *T. aestivum* L. за посівними якостями розрізняють сильнозернисті, слабкозернисті та цінні (середньозернисті) сорти. Ці характеристики значною мірою залежать від умов вирощування. За цією

класифікацією тверда пшениця відноситься до вищого, першого і другого класу і містить 36%, 32% і не менше 28% сирої клейковини першого класу, натуру зерна не менше 755 г/л і скловидність не менше 60%. Хліб з борошна твердих сортів має найвищу якість і є не тільки продуктом харчування, а й каталізатором для поліпшення засвоєння інших продуктів в організмі. Дорогоцінна пшениця – це борошно третього сорту, що містить 23-28% сирої клейковини другого сорту. З цього борошна виготовляють хліб високої якості. Борошно з сильних сортів пшениці покращує випічку хліба при змішуванні з борошном з легкої пшениці (25-30%), в той час як борошно з дорогоцінної пшениці не покращує випічку з легкої пшениці. В Україні вирощують понад 170 сортів м'якої та твердої пшениці, в тому числі 130 сортів озимої пшениці. Більшість сортів м'якої пшениці належать до серій *Lutescens*, *Erythros permum*, *Ferginum* та *Albidum*, тоді як сорти твердої пшениці належать до серій *Goldeform* та *Melanops* [6].

Висновки. Завдяки проведеному дослідженню ми визначили, що основними чинниками інтенсифікації виробництва сільськогосподарських культур є застосування високопродуктивних сортів, високоякісного насіння, збалансованого удобрення, широкого спектру засобів захисту від бур'янів, шкідників і хвороб, регуляторів росту, досконалої техніки та, за необхідності меліорації.

Завдяки вище вказаного збільшується вміст клейковини в зернових злакових культурах, тобто їх якість.

Завдання аграрної науки насамперед полягає у використанні ефективних технологій, які забезпечували б не тільки кращу врожайність зерна та його якість, але й були економічно вигідними та безпечними для довкілля.

Список використаної літератури

1. Ніл Кінсі., Чарльз Уолтерс. Практична Агрономія. 2019. С 149-150.
2. Польовий В.М., Лукашук Л.Я. Інтенсифікація технологій вирощування пшениці озимої, Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН України. 2020. [URL:https://www.agronom.com.ua/intensyfikatsiya-tehnologiyi-vyroshhuvannya-pshenytsi-ozymoi/](https://www.agronom.com.ua/intensyfikatsiya-tehnologiyi-vyroshhuvannya-pshenytsi-ozymoi/) (дата звернення 17.02.2024 р.).
3. Тищенко В.М. Селекційно-виробничий центр «Яровіт». [URL:https://grain.in.ua/urozhajnist-sortiv-pshenici-ozimo%D1%97-za-rezultatami-polovix-doslidzhen-kvalifikacijno%D1%97-ekspertizi-2008-2011rr.html](https://grain.in.ua/urozhajnist-sortiv-pshenici-ozimo%D1%97-za-rezultatami-polovix-doslidzhen-kvalifikacijno%D1%97-ekspertizi-2008-2011rr.html) (дата звернення 17.02.2024 р.).
4. Визначення кількості та якості сирої клейковини пшениці. 2016. [URL:https://technotest.com.ua/opredelenie-kolichestva-i-kachestva-syroj-kleykoviny-pshenicy-uk.html](https://technotest.com.ua/opredelenie-kolichestva-i-kachestva-syroj-kleykoviny-pshenicy-uk.html) (дата звернення 19.02.2024 р.).
5. «Клейковина пшениці (ІДК): що це, класи зерна, глютен». [URL:https://nastanova.com/cikavo/kleykovina-pshenici-idk-shho-ce-klasi-zerna-glyuten.html](https://nastanova.com/cikavo/kleykovina-pshenici-idk-shho-ce-klasi-zerna-glyuten.html) (дата звернення 20.02.2024 р.).
6. Куценко О.М., Дмитришак М.Я., Ляшенко В.В. Найпоширеніші сільськогосподарські культури України: Навчальний посібник. Полтава, 2014. с 325.

Валентин КОСТУР¹¹,
студент 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПЕРІОДИЧНІСТЬ РОСТУ І СТАН СПОКОЮ У РОСЛИН

***Анотація.** Стаття досліджує вплив температурних змін на процес подовження стебла під час росту рослин. Розглянуто кілька етапів розвитку рослин, починаючи від формування вегетативних частин і закінчуючи дозріванням плодів. Особлива увага приділяється етапам, коли стебло відіграє важливу роль у підтримці рослини і температурні зміни можуть впливати на його подовження.*

В статті в розгорнутій формі показано важливість внесення азотних добрив для забезпечення активного росту стебла та листя, а також вплив стратегій управління пасовищами на розвиток рослин. Детально описано етапи росту, які вимагають певного рівня азоту, фосфору та калію для підтримки їхнього здоров'я та продуктивності. Загалом, стаття розкриває важливі аспекти впливу температурних змін на різні етапи росту рослин, що має значення для сільського господарства та садівництва.

***Ключові слова:** рослинний ріст, стан спокою рослин, температурний стрес, сезонні зміни, регуляція росту, фотосинтез.*

***Annotation.** The article investigates the influence of temperature changes on the process of stem elongation during plant growth. Several stages of plant development are considered, starting from the formation of vegetative parts and ending with fruit ripening. Particular attention is paid to the stages when the stem plays an important role in maintaining the plant and temperature changes can affect its elongation.*

The article shows in detail the importance of nitrogen fertilization to ensure active stem and leaf growth, as well as the impact of pasture management strategies on plant development. The article describes in detail the growth stages that require certain levels of nitrogen, phosphorus, and potassium to maintain their health and productivity. In general, the article reveals important aspects of the impact of temperature changes on different stages of plant growth, which is important for agriculture and horticulture.

***Key words:** plant growth, plant dormancy, temperature stress, seasonal changes, growth regulation, photosynthesis.*

***Вступ.** Періодичність росту і стану спокою у рослин є важливими аспектами їхньої життєдіяльності, які відображаються в біологічних ритмах та фізіологічних процесах. Ці ритми регулюються різноманітними факторами,*

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

такими як фотоперіод, температура, гормональний стан та інші екзогенні та ендогенні чинники [1, 2]. Розуміння цих процесів має важливе значення як для фундаментальних наук, так і для практичних застосувань у сільському господарстві, біології та екології. У цій статті ми розглянемо основні аспекти періодичності росту і стану спокою у рослин, включаючи механізми їх регуляції, фактори, що на них впливають, а також можливі практичні застосування цих знань.

Виклад основного матеріалу. Після закінчення активного росту рослин настає період спокою, коли їх обмін речовин сповільнюється. Цей фізіологічний стан виникає внаслідок природного процесу еволюції, який допомагає рослинам пристосовуватися до важких умов середовища протягом різних періодів життєвого циклу або конкретних сезонів року. У цей час рослини стають більш стійкими до негативних факторів, таких як морози, спека або посуха, що сприяє їх виживанню в екстремальних умовах. У період спокою можуть увійти різноманітні види рослин, а також їх насіння, бруньки, бульби та інші структурні компоненти, які періодично переходять у стан спокою для збереження енергії та забезпечення виживання [2].

У процесі переходу до стадії спокою в рослин виникають тканини, що захищають їх від зовнішніх впливів, та відбуваються фізіолого-біохімічні зміни, спрямовані на накопичення ліпідів та вуглеводів у клітинах, зміну співвідношення між різними речовинами та інші процеси. Виділяють два типи спокою: глибокий і вимушений. Перший виникає під впливом як внутрішніх, так і зовнішніх чинників, у той час як другий – через раптові зміни умов середовища. Наприклад, перехід дерев у зимовий стан після листопаду є прикладом глибокого спокою, тоді як відсутність росту у бруньках та цибулинах у літні місяці може свідчити про вимушений покій. Ці знання про періодичність росту і спокою в рослин мають важливе значення для біологічних досліджень та сільського господарства, де вони використовуються для розробки стратегій збереження рослин та підвищення їхньої морозостійкості та високо врожайності [1, 4].

Іноді відпочиваючі органи рослин можуть почати рости раніше, ніж очікувалося, особливо це стосується видів насіння, які мають швидкий процес проростання при збільшенні температури та доступі до вологи, кисню та поживних речовин для зародка. Цей період, коли ріст починається через вплив зовнішніх умов, називається періодом вимушеного спокою. Якщо відпочиваючі органи залишаються в стані спокою навіть при сприятливих умовах, то такий стан вважається глибоким спокоєм. Однак глибокий спокій може супроводжуватися інтенсивною активністю меристематичних тканин, які є молодими і готовими до активного поділу. Спостерігається, що під час зупинки росту відбувається інтенсивне формування зачатків листків у точці росту пагона або елементів у квітковій бруньці [3].

Дослідження біологічної природи глибокого спокою та проростання привертає увагу вчених уже протягом тривалого часу. Відомо, що внутрішні фактори, такі як проникність шкірки органа, рівень кисню та окислювальні

процеси, стан плазмових колоїдів та наявність поживних речовин, впливають на глибину періоду спокою [5]. Однак останні дослідження показують, що нові експериментальні дані свідчать про те, що вихід зі стану спокою та початок проростання пов'язані з накопиченням у точках росту біологічно важливих сполук, таких як білки, нуклеотиди, ростові речовини та інші. Різні фази росту сільськогосподарських культур мають свої властивості, які вивчаються у галузі науки, відомій як фенологія. У зв'язку з різноманіттям підходів та широким спектром їх використання, немає загальної класифікації етапів росту рослин. На сьогоднішній день більшість дослідників, які працюють над фенологічними фазами у контексті промислового сільського господарства, рекомендують використовувати систему ВВСН для розумного землеробства.

Базуючись на системі ВВСН, класифікація ґрунтується на шкалі Задокса, яка використовується для визначення стадій зростання зернових культур. Згідно з ВВСН, існує десять основних етапів (позначених числами від 0 до 9), які поділяються на ряд підетапів. Основні етапи росту рослин включають наступне: проростання, розвиток листя, куціння, подовження стебла, розвиток вегетативних органів, поява суцвіть, цвітіння, утворення плодів, дозрівання плодів та відмирання.

У різних культур тривалість етапів росту та супутні фенологічні явища відрізняються, що призводить до розробки індивідуальних комплексних шкал для кожної з них. Однак стандартна шкала ВВСН є універсальною і підходить для будь-яких культур, для яких окрема класифікація відсутня [5]. Крім того, на базі цієї шкали можна створювати індивідуальні шкали для конкретних видів рослин. Давайте розглянемо більш докладно десять основних етапів росту рослин за системою ВВСН.

Етап 0. Незважаючи на різноманіття біологічних процесів, проростання насіння, поява сходів та формування бруньок об'єднуються в єдину фазу росту і розвитку рослин. Тривалість цього етапу може варіюватися від декількох днів до кількох тижнів, залежно від конкретного виду сільськогосподарської культури. Процес проростання насіння супроводжується формуванням «ембріонального листя» (насінедолі), яке відрізняється від зрілого листя. Для успішного розвитку необхідний оптимальний температурний режим та належний доступ до кисню. Проростання та формування бруньок використовують поживні резерви рослин, що може призвести до дефіциту поживних речовин без додаткового живлення. Деякі сільськогосподарські культури зазвичай перебувають у стані спокою перед початком цього етапу. У процесі проростання посівів особливо важливе зволоження, оскільки воно стимулює обмін речовин. У деяких випадках полив є необхідним для видалення інгібіторів проростання насіння, особливо при культивуванні однорічних пустельних рослин.

Етап 1. Прогресування фази розвитку листя має ключове значення для сільськогосподарських культур, оскільки фотосинтез, який відбувається у листках, відіграє ключову роль у їхньому зростанні та розвитку. У цей період рослини максимально використовують усі отримані поживні речовини для

подальших метаболічних процесів. Ефективне використання добрив сприяє досягненню кращих результатів на цьому етапі. Під час цього етапу рослина формує «справжнє» листя – маленькі копії зрілого листя. Хоча процес формування листя, як правило, відбувається подібно, іноді він може відрізнятися в залежності від потреб конкретної культури та умов оточуючого середовища. Починаючи з апікальних меристем пагонів, листя зазвичай набуває плоскої форми, але їхні розміри та форма можуть варіюватися. У процесі розвитку листя важливу роль відіграють гормони, фактори транскрипції та механічні властивості рослинних тканин.

Етап 2. Кушіння, або формування бічних пагонів, є етапом росту рослини, під час якого виникають нові надземні пагони. У відміну від кореневищ і столонів, які ростуть під землею, нові наземні пагони зазвичай ростуть вертикально, що призводить до постійного появи бічних пагонів поруч із головним стеблом. Пагони, які з'являються від основної рослини, іноді називаються живцями або відведеннями. Кушіння також може включати подальший розвиток бічних пагонів, кожен з яких має центральну точку росту. Ця центральна точка згодом перетворюється на стебло з вузлами і міжвузлями, подібними до бамбукових стебел.

Етап 3. Процеси росту рослини, включаючи розвиток стебла та кореневої системи, залишаються активними протягом всього її життєвого циклу і відомі як невизначене зростання. Нові клітини виникають на вершинах пагонів, що сприяє подальшому збільшенню розміру, особливо стебла. У порівнянні з розвитком коріння, цей процес проявляється більш інтенсивно. Тривалість та інтенсивність невизначеного зростання залежать від конкретного виду сільськогосподарської культури і для кожного з них встановлені власні стандарти. Глобальне потепління може впливати на тривалість цього етапу, оскільки розтягнення стебла реагує на зміни температурного режиму.

Етап 4. Фаза розвитку рослин, відома як розвиток вегетативних частин або трубкування, характеризується формуванням міцного стебла та великої кількості зеленого листя. Ці процеси вкрай важливі, оскільки вони безпосередньо впливають на фотосинтез – основний процес життєдіяльності рослин. Деякі вегетативні органи, такі як листя, розвиваються відповідно до зростання корінної системи.

На цьому етапі росту рослин важливим є внесення азотних добрив, які сприяють активному зростанню стебла та листя. Крім того, фермери можуть вже застосовувати стратегії управління пасовищами, такі як випас худоби, оскільки рослини розвинули достатньо листя для фотосинтезу та коріння для закріплення в ґрунті, поглиблення та використання хімічних елементів.

Етап 5. Поява суцвіть або колосіння – це процес, під час якого квітконосні пагони формуються вздовж квіткової осі. Колосіння характеризується виходом насінневої голівки з оболонки, створеної прапорцевим листком. Таким чином, обидва ці процеси відносяться до репродуктивної фази, коли активно розвиваються квіти, а потім плоди. На

цьому етапі росту рослин особливо важливо вносити добрива, що містять фосфор, для підтримки їхнього здоров'я та продуктивності.

Етап 6. Під час шостого етапу розвитку рослин настає період формування репродуктивних органів. У випадку однорічних культур ця фаза співпадає з фазою відмирання. У дворічних рослин перший рік відведений для вегетативного росту, в той час як на другому відбуваються цвітіння та відмирання. Більшість багаторічних культур квітнуть щороку за наявності відповідних умов. На цьому етапі росту рослин особливо важливий калій. Цей хімічний елемент сприяє покращенню процесів цвітіння та плодоношення, а також загального стану сільськогосподарських культур. Крім того, на цьому етапі росту дуже важливо забезпечити рослини необхідним рівнем зрошення. Початок цвітіння визначається такими факторами, як температура, фотоперіод та наявність гібереліну. Без періоду зимових холодів цвітіння багатьох однорічних та дворічних культур затримується через яровизацію, яка полягає у пристосуванні рослин до тривалих холодів.

Етап 7. У вирощуванні рослин та садівництві велика увага приділяється етапу утворення плодів. Більшість квіткових рослин розвивають плід після запліднення всередині зав'язі, що на практиці є захисним середовищем для насіння. Утворення м'ясистого плоду поділяється на чотири фази:

- 1) розвиток квітки, що визначається ідентичністю, кількістю та формою органів рослин;

- 2) ділення клітини, яке настає після запліднення;

- 3) розростання та ендоредуплікація клітини, що триває до фази дозрівання;

- 4) дозрівання, під час якого формуються зовнішній вигляд, смак, текстура та поживні компоненти плоду. На цьому етапі росту рослин потребується не так багато азоту, скільки фосфору і калію, що стимулюють дозрівання та сприяють підвищенню врожайності.

Етап 8. На етапі дозрівання плодів сигналом для рослини є активне виділення етилену, що може відбуватися як під час збору врожаю, так і внаслідок зараження посівів бактеріями або грибками.

Під час цього етапу розвитку рослини активізуються процеси вироблення нових ферментів. Наприклад, амілаза та пектиназа сприяють розщепленню крохмалю та пектину відповідно, а гідролаза допомагає розкладанню різних сполук усередині плодів. Гени, що відповідають за синтез та транспортування цих ферментів, стають активними під впливом етилену. Ці ферменти керують реакціями, які призводять до змін у колірі, текстурі, смаку, запаху та інших характеристиках плодів.

Етап 9. Ознаки старіння (сенесценції) рослин проявляються через дегенеративні зміни в клітинах, спричинені збільшенням кількості продуктів життєдіяльності та зазвичай порушенням обміну речовин. Цей етап розвитку рослин залежить від багатьох факторів навколишнього середовища, таких як фотоперіод та температура.

Однак можна уповільнити процес старіння однорічних рослин за допомогою деяких гормональних препаратів. Опадання листя свідчить про настання зимового спокою у багаторічних культурах. При наближенні кінця вегетаційного періоду, коли скорочується світловий день і настає похолодання, листя багатьох дерев починає старіти: зелений хлорофіл зникає, а жовті та помаранчеві каротиноїдні пігменти, навпаки, стають помітнішими. Тривалість дня впливає на гормональний обмін, що призводить до старіння листя.

Всі етапи від 0-9 можна розглянути на (рис. 1.).

Хоча може здатися, що класифікація стадій росту рослин за шкалою ВВСН є зайвою для фермерів, які мають багато інших справ у сільському господарстві, вона насправді важлива для прийняття ефективних управлінських рішень.



Рис. 1. Етапи росту рослини [6]

Висновки. Отже, згідно з цією статтею можна зазначити, що розвиток рослин включає різні стадії, кожна з яких має власні характеристики та вимоги до керування. На етапі формування вегетативних органів або трубкування рослин важливо враховувати використання азотних добрив для стимулювання активного росту стебла та листя, а також застосовувати стратегії управління пасовищами, такі як пасовище для худоби.

На етапі появи суцвіть або колосіння необхідно вносити добрива, що містять фосфор, для підтримки здоров'я та продуктивності рослин.

На етапі формування репродуктивних органів, важливим є використання калійних добрив, які сприяють цвітінню та плодоношенню, а також забезпечення рослин відповідним рівнем зволоження.

На етапі утворення плодів важливо забезпечити рослини необхідними поживними речовинами для підтримки їхнього здоров'я та сприяння збільшенню врожайності.

На етапі дозрівання плодів важливо контролювати процеси вироблення ферментів та забезпечити належний рівень зволоження.

На заключному етапі старіння рослин необхідно враховувати вплив зовнішніх чинників на їхній розвиток та приймати заходи для збереження врожаю.

Таким чином, керування різними етапами розвитку рослин допомагає забезпечити їхню продуктивність та зберегти врожайність сільськогосподарських культур.

Список використаної літератури

1. Червоненко, Л. В.. Вплив агроекологічних умов на періодичність і стан спокою у рослин. *Науковий вісник НУБіП України*. Серія: Біологія. 2008. 275-280 с.
2. Журавель, І. Фізіолого-біохімічні основи періодичності і стану спокою у рослин. *Біологічні науки*, 2015. 3. 14-19 с.
3. Карпенко, О. М. Внутрішні ритми і фізіологічний стан спокою у рослин. *Фізіологія рослин*. 2006. 163-171 с.
4. Петренко, Т. В., & Литвинова, С. І.. Вплив зовнішніх факторів на періодичність і стан спокою у рослин. *Науковий вісник Херсонського державного університету*. Серія: Біологічні науки, 2012. №2 (2). 95-100 с.
5. Степаненко І. О., Жердіна В. В. Взаємозв'язок між періодичністю і станом спокою у рослин в умовах різних екологічних зон. *Біологія та екологія*. 2018. Т 1.124-130 с.
6. Ріст і розвиток рослин. URL: http://school.xvatit.com/index.php?title=%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%B0_8_%D0%A0%D1%96%D1%81%D1%82_%D1%96_%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BA_%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B8%D0%BD (дата звернення 20.03.2024)

Анастасія ЛУЦЕНКО¹²,
студентка 2 курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ РОДИНИ ГОРІХОВІ (JUGLANDACEAE)

Анотація. Родина *Juglandaceae* включає в себе багато видів, що мають велике значення як для природи, так і для людства. В цій статті розглянуто генетичні ресурси родини *Juglandaceae*, їх походження, важливість та можливості використання в озелененні вулиць і парків в більших масштабах в Україні. Узагальнення результатів вирощування горіхів, як перспективної галузі сільського господарства та досягнення успіхів в даній галузі. Доступність використання представників *Juglandaceae* в лісосмугах, лісах та

¹²Науковий керівник: Аралова Т. С. кандидат с.-г. н., старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослини ВНАУ.

зелених насаджень для покращення якості повітря. Використання деревини в промислових цілях та цінний калорійний продукт харчування.

Ключові слова: Родина Juglandaceae, генетичні ресурси, селекція.

Annotation. The Juglandaceae family includes many species that have great importance for both nature and humanity. This article examines genetic resources of the Juglandaceae family, their origin, importance and possibilities use in landscaping streets and parks on a larger scale in Ukraine. Summarizing the results of growing nuts as a promising field of agriculture and achieving success in this field. The availability of the use of representatives of Juglandaceae in forest strips, forests and green areas to improve air quality. The use of wood for industrial purposes and a valuable caloric food product.

Key words: Family Juglandaceae, genetic resources, selection.

Вступ. На сьогодні у світі спостерігається великий попит на плоди горіхів і, зокрема, на грецький горіх, пекан та інші, як у харчовій, так і у лікарській промисловості. Спостерігається розповсюдження асортименту горіхоплідних рослин з їх природних ареалів зростання до інтродукційних насаджень. Встановлено, що всі частини та органи представників роду *Juglans* L. – плоди, листки, кора, деревина стовбурів і капів – знаходять широке застосування в народному господарстві. Особливо цінними є плоди і деревина.

Родина *Juglandaceae* в Україні поширена у садово-паркових культурах, у лісових насаджень, як плодова супутня порода, в лісосмугах і придорожніх посадках – як основні насадження. Культура родини горіхових на території України цілком можлива. Найпридатніші для вирощування – південні, південно-західні й західні райони країни. Горіх швидко зростає при періодичному поливі, однак і в неполивних умовах він росте добре.

Виклад основного матеріалу. Родина *Juglandaceae* A. Rich. ex Kanth відрізняється великою своєрідністю морфології та анатомії, особливо квіток і плодів, і до цього часу її положення в системі квіткових рослин є предметом дискусій. Одним з дуже цінних представників родини є горіх чорний – *Juglans nigra* L. Ця рослина не дуже поширена у промисловому виробництві нашої країни, хоча її плоди є дуже цінними для споживання. За дослідженнями вихід ядра горіха чорного вітчизняних зразків коливається від 14 до 26 %, жирність ядра 57,3–57,8 %, вміст білків 30 %, тобто майже вдвічі більше, ніж в плодах горіха волоського, вуглеводів 5,8 %. Отже, вивчення цієї культури для розширення плантацій є перспективним напрямком для науковців. Представники *Juglandaceae* також доступні для використання в лісосмугах і зелених насадженнях. Наприклад, у лісосмугах можна висаджувати горіх чорний (*Juglans nigra*) і горіх волоський (*Juglans regia*), що покращить якість повітря та зменшить ерозію ґрунту [1]. Крім того, види родини *Juglandaceae* можна використовувати для поліпшення якості навколишнього середовища, в озелененні вулиць і парків, створення зелених насаджень в міжквартальному озелененні [2]. Їх еколого-біологічні властивості підходять до

рослиннокліматичних умов України, що робить їх привабливими для широкого використання в даних умовах.

Для успішного вирощування *Juglans regia* важливі ґрунтові умови – вологі карбонатні суглинки з невисоким вмістом ґрунтових вод [3]. Волоські горіхи більш стійкі до ґрунтових умов, але краще ростуть на багатому поживними речовинами добре дренованому ґрунті. Важливою умовою є клімат. *Juglans nigra* більш морозостійкий, але для волоського горіха потрібен м'який клімат без сильних морозів. Однак якщо прищепити волоський горіх на чорний, то екземпляри будуть морозостійкіші, раніше дадуть плоди і швидше почнуть рости [4]. Передумовою успішного росту є вдале місце посадки. Горіхам потрібне повне гарне освітлення, бажано на відкритому місці. Вирощування горіхів може бути пов'язане з ризиком появи шкідників і хвороб. Найпоширенішими хворобами є бактеріальна хвороба, бура плямистість, бактеріальний опік, рак кореня [5]. Щоб знизити ризик зараження, необхідна регулярна профілактична обрізка дерева і профілактичні заходи. Загалом вирощування горіхів може бути досить успішним. Водночас горіхівництво могло б стати прибутковою галуззю сільського господарства для фермерів регіону. Крім того, горіхи є цінним продуктом харчування.

Родина *Juglandaceae* DC. ex Perleb включає 7 родів і біля 60 видів, широко розповсюджених у помірних та субтропічних областях північної півкулі. Найбільш відомим родом є горіх (*Juglans* L.) (біля 20 видів), рід карія (*Carya* Nutt.) нараховує 16 видів. За виключенням *Juglans regia* L., інші види горіхових культивуються у Європі з XVIII ст. В Україну першим з видів родини горіхових було введено в культуру у X-XI ст. *Juglans regia*. Пізніше, у 1809 р. в акліматизаційному саду Основ'янців були інтродуковані *Juglans nigra* L. та *Carya ovata* (Mill.) K. Koch. З 1809 р. у Краснокутському дендропарку культивується *Carya glabra* (Mill.) Sweet. У 1816 в Україну був інтродукований *Juglans cinerea* L. і *Carya pecan* (Marsh.) Engl. et Graebn. Культивується з 1824 р. у Нікітському ботанічному саду [5]. В 1966-1968 рр. колективом науковців дендрологічного парку «Олександрія» було закладено колекцію видів родини *Juglandaceae* – «Горіхова галявина». Сучасна колекція видів родини *Juglandaceae* нараховує 9 видів: рід *Carya* (2 види) та рід *Juglans* (7 видів).

Найбільш поширені види родини *Juglandaceae*

Карія гола (*Carya glabra*) (рис.1). Природний ареал Північна Америка. В парку «Олександрія» з 1967 р. Два екземпляри ростуть у 7 кв. Плодоносить. Карія гола – вид рослин з роду Гікорі (*Carya*), що росте в Північній Америці (США, Канада). Культивується також у Європі [6].



Рис 1. Карія гола (*Carya glabra*) [7]

Карія пекан (*Carya pecan*) (рис.2). Природний ареал Південно-Східні райони Північної Америки. В парку з 1947р. росте 1 екз. у 32 кв. Плодоносить. Культура горіху пекану нараховує не менш ніж 100 культурних форм. Найбільш інтенсивно горіх пекан розводиться в Джорджії та Флориді. Введений в культуру в країнах Європи (Франція, Іспанія, Молдавії), Сходу (Туреччина), Азії (Китай) та Австралії. Майже 80 відсотків світового урожаю горіху-пекану формується у США. На території України з 22 видів роду Карія росте шість: карія овальна, гірка, гола, біла, бахромчаста та пекан, які чітко відрізняються за морфологічними ознаками – кількістю листочків та їх опушенням, особливостями будови пагонів. Перші два види характерні для всієї території України, а в окремих місцях їх почали впроваджувати і в лісове господарство, інші види трапляються переважно в парках і ботанічних садах [8].



Рис 2. Карія пекан (*Carya pecan*) [8].

оріх сірий (*Juglans cinerea*) (рис.3). Природний ареал Північна Америка. Інтродукований в парк у 1960 р., 24 дерева в кв. 7 та 8. Плодоносить [6].



Рис 3. Горіх сірий (*Juglans cinerea*) [8]

Горіх серцевидний (*Juglans cordiformis* Maxim.) (рис.4). Природний ареал острів Хонсю (Японія). В Україні культивується з 1905-1010 рр. На території Хмельницької та Вінницької областей. В парку «Олександрія» з 1950 р. Два дерева в кв. 11 та 24. Плодоносить [6]. Горіх серцевидний (*Juglans cordiformis* Maxim.) дерево до 15 метрів заввишки родом з Японії. Відрізняється гарною якістю плодів. Горіхи схожі на сердечко (звідси і назва серцевидний горіх) зібрані в грона по 8–12 штук дозрівають у вересні. Шкаралупа тонка, ядро солодке, високих смакових якостей, витягується легко. Горіх серцевидний дуже декоративний – великі листи, що досягають метрової довжини і форма крони, роблять його красивим деревом. Серцевидний горіх – найсмачніший з горіхів, які можна виростити в умовах заходу та півночі України.



Рис 4. Горіх серцевидний (*Juglans cordiformis* Maxim.) [10]

Горіх маньчжурський (*Juglans mandshurica* Maxim.) (рис. 5). Природний ареал – Північний Китай та північна частина півострова Корея. В Україні з початку ХХ ст., в парку «Олександрія» з 1960 р. зростає 29 дерев. Плодоносить [6].



Рис 5. Горіх маньчжурський (*Juglans mandshurica* Maxim.) [11]

Горіх чорний (*Juglans nigra*) (рис. 6). Природний ареал Північна Америка. В парку «Олександрія» культивується з 1900 р., зростає 58 дерев. Найстаріший екземпляр зростає у 27 кв. Висота дерева 22 м, обхват стовбура 288 см. Плодоносить [6]. Горіх чорний – типово лісова рослина, його деревина за технічними властивостями майже не відрізняється від деревини горіха волоського, щільність якої вище, а за виходом стовбурової частини дерева перевершує його. За даними Т. G. Zarger (1969), у США створені сорти горіха чорного з тонкою шкаралупою, які мають величезне значення в плодівництві. Вихід ядра 18 найбільш популярних сортів коливається від 23,7 до 32 %. Проте

основна маса плодів заготовлюється в США від дерев, які природно ростуть в лісах.



Рис 6. Горіх чорний (*Juglans nigra*) [12]

Горіх грецький (*Juglans regia*) (рис. 7). Природно поширений в Середній Азії, північній частині Балканського півострова, Ірані, Афганістані, Гімалаях, Кореї, Китаю, Японії. Справжню батьківщину цього виду, враховуючи велику стародавність його інтродукції, відрізнити від вторинного культурного ареалу важко [5]. Як плодове дерево в парках культивується з 1900 р.



Рис 7. Горіх грецький (*Juglans regia*) [13]

Горіх скельний (*Juglans rupestris* Engelm.) (рис. 8). Природний ареал Північна Америка. В Україні вид дуже рідко зустрічається, переважно в ботанічних установах. В парку «Олександрія» з 1975 р. 2 дерева на «Горіховій галявині». Плодоносить [6].



Рис 8. Горіх скельний (*Juglans rupestris* Engelm.) [14]

Горіх Зібольда (*Juglans sieboldianum* Maxim.) (рис. 9). Природний ареал

Далекий Схід Росії, Японія. В парку з 1950 р. Є 25 екземплярів в парку «Олександрія» на «Горіховій галявині». Плодоносить [6].



Рис 9. Горіх Зібольда (*Juglans sieboldianum* Maxim.) [15]

Для всіх видів горіхових, що культивуються, небезпечними є пізньовесняні заморозки, які на території Правобережного Лісостепу України періодично спостерігаються у першій декаді травня.

Висновки. Отже, родина Juglandaceae являє собою важливий генетичний ресурс для садово-паркового господарства та лісівництва. Зараз вивчення генетичних ресурсів родини є досить важливим завданням для науковців, вона має великий потенціал для виявлення та дослідження цінних ознак і як наслідок – виведення технологічно перспективних сортів найпоширеніших видів родини.

Список використаної літератури

1. Бойко Т., Дементьєва О., Бойко П. Фітомеліоративні функції зелених насаджень як фактор сталого розвитку Херсонської області. *Матеріали XII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки в країнах Європи та Азії»*. Збірник наукових праць. Переяслав-Хмельницький. 2019. С. 17–18.
2. Бойко Т. О., Грищенко В. А., Корінь І. В., Лаханська Д. В. Особливості підбору рослин для міжквартального озеленення у містах півдня України. *Theoretical and practical scientific achievements: research and results of their implementation: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the II International Scientific and Theoretical Conference* (Vol. 1), September 3, 2021. Pisa, Italian Republic: European Scientific Platform. С. 55–58.
3. Бойко Т. О., Кострицька К. О., Дементьєва О. І. Особливості вирощування *Juglans regia* L. в умовах Херсонської області. *Таврійський науковий вісник*. 2019. №108. С. 218–223.
4. Сліпченко І. Горіх чорний. Тернопільський енциклопедичний словник: у 4 т. Тернопіль: «Збруч». 2004. Т. 1: А – Й. 696 с.
5. Бойко Т. О. Фітосанітарний стан зелених насаджень міста Херсон. *Науковий вісник НЛТУ України*. Т. 30. №. 4. 2020. С. 67–72.
6. Галкін С. І., Дойко Н. М., Драган Н. В., Мордатенко І. Л. Зелені патріархи дендропарку «Олександрія». Довідник. Біла Церква. 2015. 60 с.
7. Карія гола. PictureThis. Веб-сайт. URL: https://www.picturethisai.com/wiki/Carya_glabra.html (дата звернення 14.03.2024).

8. Божок В. О. Інтродукція видів роду Карія (*Carya Nutt*) в Україні: автореф. дис. На здобуття наук. Ступеня канд. с.-г. наук: 06.03.01. Львів, 2003. 21 с.

9. Горіх сірий. Вікіпедія. Веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%85_%D1%81%D1%96%D1%80%D0%B8%D0%B9 (дата звернення 14.03.2024).

10. Горіх серцеподібний: опис і особливості вирощування. Корисні Поради. Онлайн журнал. Веб-сайт. URL: <http://xn--80aimveh.pp.ua/dim/5619-gorh-sercerpodbniy-opis-osoblivost-viroschuvannya.html> (дата звернення 14.03.2024).

11. Горіх маньчжурський. Вікіпедія. Веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%85_%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D1%8C%D1%87%D0%B6%D1%83%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9 (дата звернення 14.03.2024).

12. Чорний горіх «Маньчжурський». PLOD.UA. Веб-сайт. URL: <https://plod.net.ua/ua/chernyyu-orekh-manchzhurskiy-1-sazhenets> (дата звернення 14.03.2024).

13. Про вирощування волоського горіха. PLOD.UA. Веб-сайт. URL: <https://plod.net.ua/ua/blog/sad/pro-vyrashchivanie-gretskogo-orekha> (дата звернення 14.03.2024).

14. Горіх скельний. Agrotimes. Веб-сайт. URL: <https://agrotimes.ua/ovochi-sad/skelnyj-gorih-menshe-poshkodzhuyetsya-piznimy-vesnyanymy-prymorozkamy> (дата звернення 14.03.2024).

15. Горіх Зибольда, або айлантолiстний: фото, опис, врожайність сорту, плюси і мінуси, середовище проживання. Дачний діапазон. Веб-сайт. URL: <https://diapason.com.ua/gorih-zibolda-abo-ajlantolistnij-foto-opis> (дата звернення 14.03.2024).

Дмитро МАЙДАНОВ¹³,
студент 2-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ДИХАННЯ ПРОРОСТАЮЧОГО НАСІННЯ

***Анотація.** Рослини відомі своєю здатністю перетворювати вуглекислий газ на кисень. Проте всі аеробні організми поглинають кисень і виділяють вуглекислий газ, поки вони живі. Це справедливо як для рослин, так і для тварин. Під час проростання насіння використовує цукор та інші молекули як субстрат для дихання. Внутрішні концентрації кисню різняться в різних*

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

тканинах залежно від розміру тканини, стадії розвитку та розташування. Частота тканинного дихання також визначає внутрішній рівень кисню. Кореляція між диханням і внутрішнім киснем важлива для відповідного вивчення різних сигнальних шляхів. Проростання насіння, у свою чергу, пов'язане з посиленням дихання, яке може потребувати внутрішній кисень і подальше виробництво активних форм кисню. У цій статті йдеться про визначення частоти дихання проростаючого насіння.

Ключові слова: дихання, проростання насіння, метаболічна активність, імбібіція, клітинне дихання.

Annotation. Plants are known for their ability to convert carbon dioxide into oxygen. However, all aerobic organisms absorb oxygen and release carbon dioxide while they are alive. This is true for both plants and animals. During germination, the seed uses sugar and other molecules as a substrate for respiration. Internal oxygen concentrations vary among tissues depending on tissue size, developmental stage, and location. The rate of tissue respiration also determines the internal oxygen level. The correlation between respiration and internal oxygen is important for the appropriate study of different signaling pathways. Seed germination, in turn, is associated with increased respiration, which may require internal oxygen and subsequent production of reactive oxygen species. This article deals with determining the respiration rate of germinating seeds.

Key words: respiration, seed germination, metabolic activity, imbibition, cellular respiration

Вступ. Слід зазначити, що дихання є інтегративним загальним показником метаболізму рослин і має важливе значення в процесі генерування метаболічної енергії, котра є необхідною для біологічних функцій. Розпочинається дихальний процес дуже швидко після просочення сухим насінням, зазвичай протягом перших хвилин або годин після гідратації тканин, і більшість насіння потребують належної кількості кисню до повного проростання. Залежно від будови насіння, типу наявних тканин та інших чинників проростаючого насіння, частота дихання збільшується в міру просочування і досягає рівня плато перед появою корінця, а потім знову зростає після появи корінця. Як відомо, види відрізняються за потребами в кисні під час імбібіції та проростання, і ці вимоги в свою чергу можуть змінюватися, наприклад через стан спокою, після дозрівання або первинної обробки проростаючої рослини. У деяких випадках здатність кисню проникати в покривні тканини ембріона або поглинання кисню оточуючими тканинами мало відношення до контролю проростання.

Метою статті є висвітлення процесу визначення коефіцієнта дихання проростаючого насіння.

Виклад основного матеріалу. Загальновідомо, що проростання насіння починається з поглинання водою насіння. Цей процес називається імбібіцією. Поглинання води насінням є важливим кроком для проростання насіння. Загальна кількість води, що поглинається, приблизно в 2-3 рази перевищує вагу

насіння. Чи проросте життєздатне насіння, залежить від ряду чинників. Хімічне середовище насіння має бути правильним. Повинна бути вода, має бути присутнім кисень, оскільки насіння має відновлюватися, і не повинно бути небезпечних хімікатів. Фізичне середовище також має бути сприятливим. Температура повинна бути відповідною, а також якість і кількість освітлення. Людина може задатися питанням, чому насіння часто закопують під землю. Причина в тому, що це допомагає гарантувати, що насіння отримають потрібну кількість світла для проростання. Важливо врахувати те, що повне сонячне світло часто може перешкоджати проростанню насіння. Ступінь проростання можна визначити шляхом вимірювання поглинання води або дихання [5].

Як відомо є аеробні та анаеробні умови для проростання насіння. Основною відмінністю між анаеробними та аеробними умовами є потреба в кисні. Анаеробні процеси не потребують кисню, тоді як аеробні процеси потребують кисню. Цикл Кребса, однак, не такий простий. Це частина складного багатоетапного процесу, який називається клітинним диханням. Хоча використання кисню безпосередньо не бере участь у циклі Кребса, воно вважається аеробним процесом.

Важливо зазначити, що цикл Кребса відіграє ключову роль у перетворенні харчових речовин, таких як глюкоза та жири, на енергію, яка необхідна для життєдіяльності клітин. Під час реакцій циклу відбувається серія окисно-відновних реакцій, які призводять до виділення енергії та утворення НАДН та ФАДН₂, які потім використовуються в електронному транспортному ланцюзі для синтезу АТФ. Крім того, цикл Кребса відіграє важливу роль у постачанні прекурсорів для синтезу біомолекул, таких як амінокислоти та нуклеотиди. Таким чином, цей цикл є важливою складовою клітинного дихання, яке забезпечує клітинам необхідну енергію та сировину для росту та функціонування.

Проростання насіння включає ряд пов'язаних морфологічних і дихальних змін, які утворюють три окремі фази, кожна з яких характеризується динамікою поглинання води. Проростання починається з «імбібіції» (фаза I), рясного поглинання води сухим насінням і поступового збільшення розміру насіння, хоча ця фаза пов'язана з відсутністю або незначною метаболічною активністю. Після цього починається дихання насіння в результаті відновлення активності перед проростанням, що в основному пояснюється активацією виробництва мітохондріальної енергії, яка була пов'язана з відновленням фосфорилування з утворенням аденозинтрифосфату. Згодом починається фаза «відставання» (або фаза II), що включає інтенсивну метаболічну активність (включаючи транскрипцію та трансляцію нових генів) і стабілізацію поглинання води та частоти дихання. Нарешті, активна мобілізація резервів для зростаючого ембріона викликає ще одне рясне посилення дихання насіння та потреби у поглинанні води, що призводить до появи кореня через оболонку насіння, що знаменує кінець проростання у строгому сенсі та початок росту розсади («після проростання» або фаза III) [1].

Важливо наголосити на тому, що відразу після замочування концентрацію CO_2 , що виділяється насінням, вимірювали за допомогою інфрачервоного газоаналізатора EGM-4 CO_2 . Коротко кажучи, пластикові горщики об'ємом 100 мл герметично закривали кришкою, з'єднаною з інфрачервоним аналізатором через вхідну та вихідну трубки, щоб створити закриту систему для моніторингу потоку $[\text{CO}_2]$. Чистий потік CO_2 розраховували як приріст протягом 1 хвилини (середнє значення трьох послідовних вимірювань, що представляють одну повторність) до того, як CO_2 накопичувався в системі трубок протягом 15 секунд. Швидкість дихання насіння (SRR), виражена як $\text{мкмоль CO}_2 \text{ с}^{-1} \text{г}^{-1} \text{DW}$ насіння (суха маса), для кожного часу замочування розраховується таким чином:

$$\text{SSR} = \left(\frac{\Delta \text{CO}_2}{\Delta t} \right) \times \left(\frac{V}{RT} \right)_{(1)}$$

де $\Delta \text{CO}_2/\Delta t$ ($\text{мкмоль CO}_2 \text{ с}^{-1}$) – зміна концентрації CO_2 за час вимірювання; V (м^3) – загальний об'єм системи (об'єм заливної ванни, трубки та газоаналізатора); R ($\text{кПа м}^3 \text{ моль}^{-1} \text{ К}^{-1}$) – постійна ідеального газу, а T (К) – температура в інкубаторі [2].

Варто вказати про зміни в морфології та диханні насіння під час «затравки» насіння на фермі. Насіння показало чіткі морфологічні відмінності, що свідчать про перехід від однієї фази проростання до іншої (рис.1). Після перших 4 годин імбібіції візуально було помітно намокання ембріональних тканин. Це відобразилося на вмісті вологи, оскільки майже половина загальної поглиненої води відбувалася протягом перших 4 годин замочування, що є характеристикою стадії «імбібіції» фази I. Від 4 до 20 годин серйозних морфологічних змін не спостерігалось, хоча загальний розмір насіння поступово збільшувався одночасно з прогресивним збільшенням вмісту вологи.

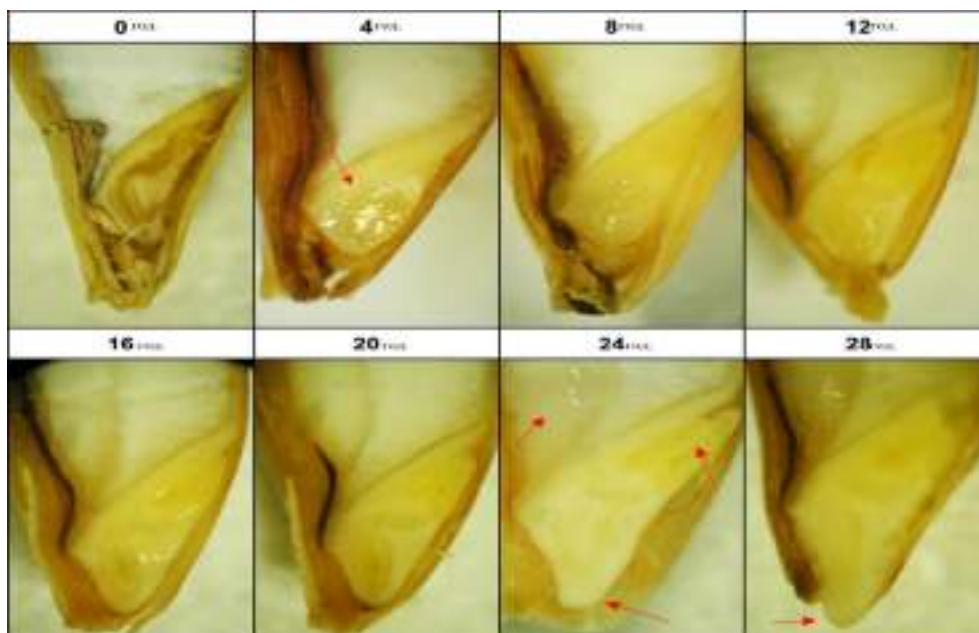


Рис.1 Структурна морфологія насіння в кінці кожного часу замочування [3]

Як правило, як диференціація, так і розширення ембріональної осі починаються через 24 години, що супроводжується розпушенням оболонки насіння та змочуванням ендосперму. Через 28 годин поява кінчика колоорізи крізь мікропіляр було візуально помітно для більшості насіння. Час замочування понад 28 годин не призвело до подальшого візуального морфологічного розвитку насіння та лише до незначного збільшення вмісту вологи.

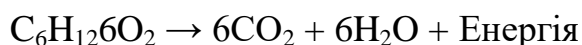
Початок дихання приблизно через 4 години після імбібіції ознаменував первинну активацію гермінативного метаболізму. Необхідно відзначити те, що початок дихання супроводжувався різким підвищенням дихання приблизно до 16 години, коли частота дихання стала постійною. Це плато, характерне для стадії «затримки» фази II, переривалося другим вивільненням CO₂ після 20 годин замочування, що відповідає основним морфологічним змінам через 24 години, як зображено на рис. 1. Цей сплеск дихання зменшився на 28 годин, і час замочування понад цей час не призвело до подальшого збільшення вмісту води або дихання насіння, що зазвичай знаменує початок фази III.

Необхідно висвітлити про дихання проростаючого насіння як інструменту для виявлення активації метаболічних процесів під час «на фермі» затравки насіння. Закономірним є те, що моніторинг структур потоку CO₂ є надійним інструментом для виявлення ключових подій проростання під час затравки насіння «на фермі». Найвища енергія проростків для насіння була досягнута в насінні, пропрацьованому протягом 20 годин, що морфологічно відповідає зупинці процесу праймування безпосередньо перед диференціацією тканин ембріона на колеоптиль і колоорізу, а також перед другим спалахом потоку CO₂. Таким чином, як морфологія насіння, так і схеми потоку CO₂ можуть бути використані як маркер для оптимізації праймування «на фермі» [4].

На відміну від звичайного проростання, продовження фази III після її ініціації перешкоджає під час заготівлі насіння «на фермі», а довший час замочування не призводить до подальшого розвитку верхівки колоорізи чи різкого збільшення поглинання води. Через гіпоксичні умови в насінні енергетичні потреби для раннього розвитку насіння проростаючого насіння в основному забезпечуються незалежними від кисню метаболічними шляхами, наприклад, гліколізом і спиртовим бродінням. Однак на пізній фазі II подальший розвиток ембріона вимагає циклів, залежних від кисню, таких як трикарбонова кислота, яка є більш ефективною для активної мобілізації запасів запасів і не може бути виконана лише анаеробним диханням. Як відомо, коли екзогенний O₂ доступний, сильний другий сплеск потоку CO₂ супроводжується появою верхівки колоорізи та більшим поглинанням води. Однак цей другий викид зменшується незабаром після цього, і не супроводжується збільшенням поглинання води в умовах гіпоксії, викликаних «на фермі» протравлюванням насіння. Доцільно зазначити те, що хоча дихання залишається активним, можливо, через бродіння, відповідно подальший розвиток коренів перешкоджає як механізму, щоб уникнути аноксії.

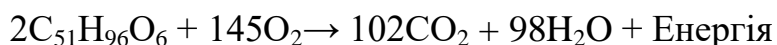
Зрізи та спостереження за морфологією насіння здаються корисними для виявлення початку фази III, яка відповідає подовженню тканин колеоптиля та колооризи в ембріоні, проте не для інших метаболічних процесів [5].

Дихальний коефіцієнт залежить від типу респіраторного субстрату, який використовується під час дихання. Різні дихальні субстрати мають різну кількість атомів вуглецю та кисню в молекулах. Отже, під час дихання кількість вуглекислого газу, що виділяється на грам ваги субстрату, також відрізняється. У молекулах вуглеводів однакова кількість вуглецю та кисню. Якщо в якості субстрату використовуються вуглеводи, RQ буде дорівнювати 1, оскільки виділяється і споживається рівна кількість вуглекислого газу та кисню.



$$RQ = \frac{6CO_2}{6O_2} = 1.0$$

Жири та білки містять у своїх молекулах меншу кількість атомів кисню, ніж атомів вуглецю. Коли жири використовуються як субстрат для дихання, RQ менше 1, оскільки кількість утилізованого кисню завжди перевищує кількість виділеного вуглекислого газу.



$$RQ = \frac{102CO_2}{145O_2} = 0.7 \text{ Трипалмітин}$$

Таким чином, важливо зауважити, що є можливість вивчати швидкість дихання для різних респіраторних субстратів, обчислюючи при цьому кількість вуглекислого газу, що виділяється на грам ваги субстрату.

Слід розглянути чинники, котрі впливають на частоту дихання. Нижче наведено кілька факторів, котрі впливають на частоту дихання:

- Температура: як відомо, при дуже високій температурі частота дихання проростаючого насіння з часом зменшується, а при дуже низькій температурі частота дихання незначна. Необхідно врахувати те, що оптимальна температура для дихання 20–30°C.

- Концентрація вуглекислого газу: варто зазначити, чим є вищою концентрація вуглекислого газу, тим нижча швидкість дихання проростаючого насіння. Закономірним є той чинник, що підвищення концентрації вуглекислого газу і відсутність кисню негативно впливає на швидкість аеробного дихання.

- Вода: частота дихання проростаючого насіння збільшується зі збільшенням вмісту води в організмі, що дихає.

- Світло: як відомо, світло контролює дихання, і відповідно сприяє підвищенню температури організму [6].

Дихання рослин можна вивчати на вологому проростаючому насінні, яке під час дихання виділяє вуглекислий газ (CO_2). Насіння зберігають у

герметичній конічній колбі. У колбу поміщають невелику пробірку з розчином гідроксиду калію (KOH). Гідроксид калію поглинає вуглекислий газ, що виділяється насінням, і в результаті у колбі створюється частковий вакуум. Відповідно це в свою чергу призводить до підвищення рівня води в трубці подачі. Таким чином, підвищення рівня води на кінці трубки доставки, зануреної в склянку, доводить те, що проростаючи насіння виділяє вуглекислий газ під час дихання. У випадку насіння гірчиці та квасолі підвищення рівня води відносно менше, оскільки ці насіння використовують жир і білки як дихальний субстрат і виділяють дуже невелику кількість вуглекислого газу. Проте у випадку із зернами пшениці підвищення рівня води більше, тому що воно зі своєї сторони використовує вуглеводи як дихальний субстрат.

Багато рослин генерують насіння, щоб дати своє потомство. Після того, як насіння випало з рослини, воно зазвичай переходить у період спокою, який іноді може тривати кілька років, наприклад, у такої культурної рослини, як горіх. Саме в цей проміжок часу насіння дуже повільно дихає і не проростає. Це причина, чому в горіхах так багато калорій; вони використовують їх, щоб вижити під час спокою.

У життєвих циклах насіння рослин насіння перебуває в стані спокою до стадії проростання. Під час періодів спокою відбувається невелика активність, оскільки насіння чекає відповідних умов середовища для початку росту. Коли починається проростання, швидкість клітинного дихання різко зростає, щоб забезпечити необхідні матеріали для початкових стадій росту рослин [7].

Процеси клітинного дихання забезпечують клітинам засіб для перетворення існуючих поживних речовин в енергію. Під час періодів спокою насіння рослини дихають рівно стільки, щоб підтримувати запаси поживних речовин у спеціальному шарі насіння, відомому як ендосперм. У квіткових рослинах структури ендосперму є продуктом процесу подвійного запліднення, який відбувається під час першого запліднення сім'яникового зачатку рослини або зав'язі. По суті, ендосперм забезпечує потреби насіння в поживних речовинах і виконує необхідні функції клітинного дихання протягом періоду спокою. Початок проростання висуває значні енергетичні вимоги до насіння, оскільки процеси росту рослин набувають відповідної форми. У результаті швидкість клітинного дихання збільшується з тією метою, щоб забезпечити активність клітинного будівництва, котра є необхідною того, щоб насіння розкрилося, а разом з тим, щоб відбулося створення початкових структур кореня та стебла. Насіння рослин походить від квітів, фруктів, зелених рослин і дерев, які ростуть у безлічі умов навколишнього середовища. Не дивно, що кожен тип насіння шукає певні екологічні тригери, які спонукають до початку процесів проростання. Чинники навколишнього середовища можуть виявлятися як підвищення рівня поживних речовин у ґрунті, зміни температури ґрунту, збільшення кількості опадів або збільшення кількості та якості світла. Після досягнення необхідних умов насіння починає збільшувати свої показники водопоглинання, що означає початок проростання. Збільшення водопоглинання дозволяє насінню мобілізувати запаси необхідних поживних речовин, що

зберігаються в шарах ендосперму. Ці процеси активують певні ферменти, які викликають збільшення швидкості клітинного дихання насіння.

Висновки. Отже, можна стверджувати про той чинник, що це дослідження підкреслює важливість двох рушійних факторів «заготівлі» насіння «на фермі»: вмісту вологи та передового проростання на момент посіву. Необхідно взяти до уваги те, що у сільськогосподарському контексті перше значною мірою визначає час до проростання, але його величина змінюватиметься залежно від вологості ґрунту. Однак ступінь вигоди від прискореного проростання залежатиме від моменту зупинки процесу затравлювання і, отже, від важливості оптимізації часу замочування для повного використання переваг цієї технології. Тому пропонується, щоб для досягнення максимальної продуктивності розсади приймання припинялося перед диференціюванням ембріональної осі та/або другим спалахом дихання. Відповідно цей оптимальний час можна вивести з морфологічного спостереження ембріональної осі або моделей потоку CO₂ для кожного сорту та умов зародження.

Список використаної літератури

1. Колесніков М.О., Пащенко Ю.П. Біохімія та фізіологія рослин. Малий практикум: навчально-методичний посібник. Мелітополь : ТДАТУ, 2022. 226 с.
2. Дідур І.М., Мордванюк М.О. Вплив позакореневих підживлень та інокуляції насіння на симбіотичну та зернову продуктивність нуту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 14. С. 13–22.
3. Мазур В.А., Гончарук І.В., Панцирева Г.В., Телекало Н.В. Агроекологічне обґрунтування технологічних прийомів вирощування зернобобових культур: монографія. Вінниця : Твори, 2020. 192 с.
4. Тарнопільська О.М. Фізіологія рослин: конспект лекцій (для студентів денної та заочної форм навчання освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 206 Садово-паркове господарство) Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 159 с.
5. Телекало Н.В., Мельник М.В. Шляхи підвищення продуктивності люцерни посівної на насіння. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. Вип. 15. С. 56–63.
6. Москаленко М. П. Фізіологія рослин : навчальний посібник: у 2-х частинах. Ч. 2.; Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка. Суми: ФОП Цьома С.П., 2020. 93 с.

Оксана МЕЛЬНИК¹⁴,
студентка 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДОВГОНОСИК ЗВИЧАЙНИЙ БУРЯКОВИЙ (*BOTHYNODERES PUNCTIVENTRIS* GERM.) – НЕБЕЗПЕЧНИЙ ШКІДНИК БУРЯКОВОГО АГРОЦЕНОЗУ

Анотація. В даній статті теоретично узагальнено та висвітлено питання присвячене дослідженню довгоносика звичайного бурякового (*Bothynoderes punctiventris* Germ.), який є одним з ключових шкідників у посівах буряків та інших рослин. Розглянено основні аспекти життєвого циклу, біології та екології даного фітофага, його шкідливість та способи боротьби з ним. Також, відмічено аспекти господарського значення та важливість вивчення цього виду для сільськогосподарського сектору. Стаття надає важливий внесок у розуміння обґрунтованого контролю чисельності фітофага у сільському господарстві.

Ключові слова: звичайний буряковий довгоносик, посіви буряків, біологія розвитку, шкодочинність, засоби захисту.

Annotation. This article theoretically summarizes and highlights the issue devoted to the study of the common beet weevil (*Bothynoderes punctiventris* Germ.), which is one of the key pests in beet crops and other plants. The main aspects of the life cycle, biology and ecology of this phytophagous, its harmfulness and methods of combating it are considered. Also, aspects of economic importance and the importance of studying this species for the agricultural sector are noted. The article provides an important contribution to the understanding of reasonable control of phytophagous population in agriculture.

Key words: common beet weevil, beet crops, developmental biology, harmfulness, means of protection.

Вступ. Родина довгоносиків (Curculionidae), є однією з найчисельніших видів родин твердокрилих. Понад 30 000 видів уже ідентифіковано як частину цієї родини, але це число далеко не остаточне, оскільки вчені щороку повідомляють про десятки раніше невідомих форм. Більшість довгоносиків є доволі дрібними, довжина яких вимірюється кількома міліметрами, а ось з тропіків відомі гіганти розміром до 50–60 мм [1].

В Україні поширені у всіх бурякосійних зонах. Найпоширенішими шкідниками коренеплодів є всеїдні довгоносики наступних видів: Чорний довгоносик завдає найбільшої шкоди травостою. На заході Одеської та Вінницької областей зустрічається південний сірий довгоносик, а сірий – у

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

лісостепу. З іншого боку, довгоносики зазвичай пошкоджують лише бур'яни буряків і лободи на північних луках і в центральному і східному Лісостепу [2].

Пошкодження довгоносика на полях цукрових буряків зазвичай відбувається впродовж перших трьох тижнів травня, хоча живлення довгоносиків також може спостерігатися і у червні. Шкочинність від довгоносика полягає в тому, що дорослі особини живляться сім'ядолями та листям молодих рослин буряків.

Личинки живляться коренями, як наслідок: зменшується маса та рівень цукру в коренеплодах. У свою чергу пошкоджені шкідником ділянки поля виглядають як круглі або овальні плями. Характерними ознаками їхнього живлення є те, що вони живляться краями листя та міжпрожилковою частиною листка, залишаючи серединну жилку цілою. Особливо вразливими до шкідника є молоді рослини, тому що при значному пошкодженні шкідником рослини гинуть [3].

Виклад основного матеріалу. Довгоносик звичайний буряковий (*Bothynoderes punctiventris* sGerm.) є олігофагом, адже живиться рослинами родини лободових (*Chenopodiaceae*), а з розвитком цукрової промисловості довгоносики легко адаптувалися до живлення рослинами цукрових буряків.

Зимують статевонедозрілі жуки переважно на коренеплодах буряків на глибині 5–10 або 50–60 см у ґрунті, але здебільшого в шарі 25–40 см. У різних регіонах зростання лободи проживає 5–10% популяції, а при прогріванні ґрунту до 7–10°C на початку квітня і 20 років починається поява поверхневих жуків і триває не менше 20 днів. У перший період жуки розходяться «пішки» в пошуках кормових рослин. Близько до 200 метрів вони можуть пройти за добу. У прохолодну погоду рухаються на схід, а у сонячну – на захід. До 15% жуків впадають в стан спокою і залишаються в ґрунті на другу й третю зимівлю [4].

В першу чергу жуки живляться бур'янами з родини лободових (лобода, осока, осока, шпинат, осока). Життя довгоносиків починається через 10–20 днів після виходу на поверхню. Вони особливо активні в теплу сонячну погоду зі швидкістю вітру менше 5 м/с. За день вони пролітають 8–10 кілометрів. Це призводить до швидкого осідання сходів і посадок цукрових буряків. Після підгодівлі в травні жуки стають статевозрілими, спаровуються і відкладають на поверхні ґрунту яйця на глибині 0,3–1 см. Самиця заповнює яму ґрунтом і ущільнює її. Яйцекладка триває більше місяця. Заплідненість 100–200 яєць. Ембріональний розвиток закінчується на 6–10 добу (рис.1).



Рис 1. Сірий буряковий довгоносик та його личинка в ґрунті

Перші личинки з'являються в кінці травня і дуже рухливі. Вони швидко пересуваються ґрунтом, доки не знайдуть коріння буряка чи лободи й не почнуть харчуватися. На третій стадії личинки зариваються в корінь на 10–15 см, але дорослі особини зариваються глибше в міру зростання кореня. В середньому личинки розвиваються більше 65 днів, за цей час вони проходять п'ять віків. На початку липня – середині липня – личинка, яка закінчила живлення, проходить передличинкову стадію (5–6 днів) і перетворюється на лялечку. Весь цикл розвитку довгоносика від яйця до дорослої особини займає від 65 до 148 днів. Довгоносики зустрічаються в усіх зонах існування в одному поколінні [5, 7].

Звичайний буряковий довгоносик (*Bothynoderes punctiventris* Germ.) добре пристосувався до вирощування цукрових буряків і зустрічається поодинокими екземплярами поза сівозмінами цукрових буряків. Чорнозем, який є легким, вилуженим, повітропроникним і швидко прогрівається у весняному ґрунті, є більш сприятливим для розвитку шкідників, ніж важкий глинистий ґрунт, де личинки та лялечки масово гинуть від хвороб.

Пошкодити можуть як жуки, так і личинки. Особливо небезпечні пошкодження на ранніх стадіях розвитку рослин. Характер пошкодження довгоносиком буряків залежить від погоди і фази розвитку рослин. У холодну, а також у спекотну й суху погоду жуки, сховавшись під грудочки ґрунту, з'їдають проростки ще до появи їх на поверхні. В теплу погоду об'їдають вилочку або перекушують стебло, залишаючи один «пеньок» (рис. 2.). На більш розвинених рослинах об'їдають листки з країв у формі виїмок. Живляться жуки протягом травня, червня і навіть у липні. Саміці довгоносиків споживають їжі вдвоє більше, ніж самці. Один жук за день з'їдає від 0,011 до 0,134 листка, або в середньому 0,077 г корму. Протягом життя одна особина довгоносика з'їдає від 9 до 12,5 г зеленої маси, тобто майже у 100 разів більше, ніж маса самиці. Найбільш ненажерливі жуки у період розселення і розмноження, а наприкінці життя споживають корму значно менше. Ненажерливість жуків, крім їх фізіологічного стану, значною мірою залежить і від погодних умов. Особливо багато зелені вони з'їдають у суху й теплу погоду, а в прохолодну і з підвищеною вологістю – у кілька разів менше.



Рис. 2. Пошкодження імаго звичайного бурякового довгоносика посівів буряків

Дозрівання жуків значною мірою залежить від погоди. При цьому велике значення має не тільки температура, а й сонячна радіація. Встановлено, що

навіть за високих температур, але при похмурій погоді і відсутності сонячної радіації дозрівання жуків затримується. У дослідях Інституту цукрових буряків при утриманні жуків у світлому й теплому приміщенні за температури 20–22°C, але без доступу прямих сонячних променів самиці зовсім не відклали яєць.

У зв'язку з розтягнутим періодом відкладання яєць личинки першого віку можуть бути в ґрунті до закінчення липня і навіть у серпні. Молоді личинки дуже рухливі. Вони швидко пересуваються в ґрунті і, відшукавши корінчик буряка, починають живитися. Основна маса личинок першого віку звичайно зосереджена поблизу корінців буряків на глибині 10–15 см, а в міру росту й розвитку коріння заглиблюється до 15–20 см [4].

Концентруючись переважно поблизу головного кореня, личинки на початку розвитку об'їдають дрібні бокові корінці, потім вигризають у головному корені ямки, а в молодих рослин або у тих, що відстали у рості, зовсім перегризають його.

У роки масового розмноження довгоносика біля однієї рослини буряка може зосереджуватись до кількох десятків, а на корінні висадків — близько 100 личинок. Окремими роками в середньому на 1 м² бурякового поля зосереджується від 100–200 до 500–600 личинок.

На молодих посівах і пересівах личинки спричиняють зрідження, а на розвинених – пожовтіння, в'янення, а іноді й загибель рослин. Особливо шкодять личинки на буряках, що відстають у рості, в спекотну й суху погоду.

В роки з холодним та дощовим літом розвиток покоління довгоносика дуже розтягується і в ґрунті на початку зимівлі в основному залишаються личинки та лялечки, що в подальшому гинуть. У підсумку наступного року чисельність довгоносика на полях знижується, оскільки зиму переживає тільки та частина популяції, що встигла перетворитися в жуки.

Чисельність довгоносиків зменшують їхні природні вороги: туруни з родів *Poecilus*, *Bembidion*, *Pterostichus*, *Amaro*, *Agonum*, *Broscus*, *Ophonus*, *Platiderus*, *Calathus*, *Asaphidion*; жуки – *Histerfimetarius* Hrbst., падальщики, мурахи – *Tetramorium caespitum* L., хижий кліщ. Їдять жуків шпаки, галки, сороки, ворони, граки, сойки, чайки, перепілки, землерийки.

Захисні заходи. Створення умов, що забезпечують дбайливе поводження з розсадою і сприяють росту і розвитку рослин (накопичення і збереження вологи в ґрунті, своєчасний посів насіння у повільних умовах, внесення добрив та інших агротехнічних прийомів). Дотримання просторового поділу. Розміщення посівів цукрових буряків в межах 500 м від полів цукрових буряків за останні два роки. Відстань між маточним буряком, заводським буряком і посадкою має бути не менше 1 км. Знищення бур'янів, особливо родини лободових.

З огляду на розтягнутість періоду виходу жуків з ґрунту після зимової діапаузи на 3–4 і більше тижнів для сівби цукрових буряків слід використовувати насіння, оброблене інсектицидами системної дії, або їх композиціями, що забезпечують токсичну дію впродовж 35–40 днів. Тільки при цьому можна захистити посіви культури від пошкодження, або навіть знищення

рослин жуками довгоносиків, що мігрують на бурякові поля, у фазу 2–3 –ої пари листків і пізніше, тобто – через 25–30 днів після появи сходів.

Як відомо, перша хвиля масового виходу довгоносика з місць зимівлі здебільшого збігається з появою сходів цукрових буряків. Але окремими роками з ряду причин сівба цієї культури затримується і сходи з’являються після виходу довгоносиків з діапаузи. Не знаходячи сходів цукрових буряків, жуки мігрують на інші стації у пошуках їжі і живляться рослинами родин амарантових, лободових та деяких інших.

Після дозрівання яйцекладки самиці довгоносика здебільшого перелітають на посіви цукрових буряків для відкладання яєць, віддаючи при цьому перевагу більш розвиненим рослинам. У період яйцекладки самиці продовжують житися. І якщо для обробки насіння було використано інсектициди з коротким терміном токсичної дії, посіви, незважаючи на хороший розвиток рослин, можуть бути значно пошкодженими довгоносиком [5].

Окрім того, до причин пізнього переселення жуків цього шкідника на рослини цукрових буряків у фазі 2–3-х пар листків слід віднести і їх нерівномірний вихід із зимової діапаузи. Ті комахи, що зимували в ґрунті на глибині 30 і більше сантиметрів, виходять на поверхню ґрунту трохи пізніше і пошкоджують уже розвинені рослини. Саме у цей час на посівах з’являються ще й жуки довгоносика, що були в діапаузі дві зими і більше.

Ось чому важливо, щоб рослини цукрових буряків навіть при пізньому масовому заселенні посівів довгоносиком були інтоксикованими.

Серед хімічних препаратів, що забезпечують подовжений (близько 40 днів) термін токсичної дії проти шкідливих комах, належать Гаучо, 70% з.п. та Круїзер, 35% в.р.с.

За лабораторних досліджень при підсаджуванні комах у садки на рослини, що вегетували 33 дні, найефективнішими проти жуків звичайного бурякового довгоносика виявилися Гаучо і Круїзер – 77,4 і 71,1%. При застосуванні інсектициду, широко використовуваного в Україні, цей показник дорівнював нулю, а композиція еталону і круїзеру призвела до загибелі трохи більше половини підсаджених жуків [6].

Таблиця 1

Ефективність дії інсектицидів Круїзеру, 35% т.к.с. та Гаучо, 70% з.п. проти жуків звичайного бурякового довгоносика

Варіанти	Загинуло жуків в садках на ... вегетації рослин, день				
	13	18	23	28	28
1. Контроль (насіння не оброблено інсектицидом)	0	0	0	0	0
2. Еталон (насіння оброблено інсектицидом, широко використовуваним в Україні)	98,3	83,2	48,9	15,6	15,6
3. Гаучо, 70% з.п.	88,4	100	100	89,2	89,2
4. Круїзер, 35% в.р.с.	82,4	97,8	100	80,0	80,0
5. Еталон+круїзер	88,8	71,0	55,6	53,3	53,3

*Примітка: За даними науковців, що досліджували дану проблематику [6].

Отже, термін токсичної дії на комах Гаучо і Круїзеру в 1,5–2 рази триваліший, ніж препаратів, широко використовуваних для обробки насіння.

Останнє надзвичайно важливо, оскільки нанесення на посівний матеріал Гаучо і Круїзеру дає змогу ефективно контролювати чисельність шкідників не тільки у ранні фази розвитку рослин, а й у більш пізній період вегетації цукрових буряків. Крім того, термін токсичної дії цих інсектицидів проти шкідливих комах практично не залежить від температурних умов, що складаються навесні. Навіть у посуху їх ефективність проти фітофагів зберігається впродовж 35–40 днів, тоді як термін захисної дії інших препаратів за таких умов скорочується до 12–14 днів.

Якщо популяція перевищує в середньому 0,3–0,5 жуків на квадратний метр, необхідно провести 2–3 обробки країв поля інсектицидами в «період міграції» бурякових жуків року. У розсадний період – формування 2–3 пар справжніх листків буряка – інсектициди (Цальп, СуперБізон, Нокаут, Адифур 35 СТ, Актеллік 500 ЕС, Базудин, Волатон 500, Гаучо, Діазінон, Дурсбан 480, Золон, Карбосан) Обприскування 350 СТ, Космос 500. При сівбі насіння, обробленого системними інсектицидами, економічний поріг шкідників становить 0,5–0,7, а необробленого насіння – 0,3–0,5 жуків/м² [7].

Найбільше значення в обмеженні чисельності шкідника мають грибкові захворювання, спричинені ентомопатогенним грибком *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria assiana* (Bals.) Vuil. і бактерія *Bacillus thuringiensis*. На личинках паразитує нематода *Leptodera dentata*. *Metarhizium anisopliae* може потрапити в личинку через будь-яку частину її тіла. Коли грибок проникає в комаху, утворюються додаткові бічні гіфи, які потім розмножуються і проникають в рідини організму комах. Фаги комах відіграють важливу роль у регуляції чисельності жуків.

Висновки. Звичайний буряковий довгоносик (*Bothynoderes punctiventris* Germ.) широко поширені по всій території країни, але звичайні найбільш поширені в центральних лісостепових районах, сірі – у лісостепових, а чорні – на луках. Одним із найважливіших агротехнічних заходів є видалення бур'янів з поля та його країв. Висаджуйте петрушку як аттрактант для залучення та знищення шкідників під час вирощування. Виконувати кругову сівозміну.

Список використаної літератури

1. Трибель С.О., Смірних В.А. Бурякові довгоносики. *Захист рослин*. 2012. № 4. С. 26–28.

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

3. Саблук В.Т. Теоретичне обґрунтування оптимізації пестицидного навантаження систем захисту цукрових буряків від шкідників і хвороб. Київ: Інститут цукрових буряків, 2015. С. 3–6.

4. 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.

5. Шкідники цукрових буряків: хто вони, і як з ними боротися? – Агробізнес сьогодні. URL: <https://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2379-shkidnyku-tskrovykh-buriakiv-khto-vony-i-iak-z-numu-borotysia.html> (дата звернення: 09.03.2024).

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

7. Звичайний буряковий довгоносик – опис та перелік інсектицидів від шкідника – SuperAgronom.com. URL: <https://superagronom.com/shkidniki-tverdokrili-coleoptera/zvychayniy-buryakoviy-dovgonosik-id16591> (дата звернення: 10.03.2024).

Олександр МИКИЧУР¹⁵,
студент 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ ПОСУХИ І ВИСОКОЇ ТЕМПЕРАТУРИ НА ФІЗІОЛОГО- БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН

***Анотація.** У статті досліджується вплив посухи та високої температури на фізіологічні процеси та продуктивність рослин. Звертається увага на стресові реакції рослин на посуху, такі як дегідратація, збільшення окислювальних стресів та порушення балансу фітогормонів. Також розглянуто наслідки цих процесів, зокрема зниження фотосинтетичної активності та продуктивності рослин. Досліджується вплив посухи на ріст та розвиток рослин, а також на їхні біохімічні процеси, такі як синтез білків та гормонів. Крім того, розглядаються можливі шляхи адаптації рослин до стресових умов, таких як активація антиоксидантних систем та синтез захисних білків. Обговорюються методи зменшення негативного впливу посухи на рослини, такі як зрошення, обробіток ґрунту та вибір стійких сортів рослин.*

***Ключові слова:** посуха, фізіологія, фізіологічні процеси, рослини, продуктивність рослин.*

***Annotation.** The article examines the effects of drought and high temperature on the physiological processes and productivity of plants. Attention is drawn to plant stress responses to drought, such as dehydration, increased oxidative stress, and phytohormone imbalance. The consequences of these processes, in particular the decrease in photosynthetic activity and productivity of plants, are also considered. The effect of drought on the growth and development of plants, as well as on their*

¹⁵Науковий керівник: Амонс С.Е. кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

biochemical processes, such as the synthesis of proteins and hormones, is being studied. In addition, possible ways for plants to adapt to stressful conditions, such as the activation of antioxidant systems and the synthesis of protective proteins, are considered.

Key words: *drought, physiology, physiological processes, plants, plant productivity.*

Вступ. Вплив несприятливих погодних умов, таких як посуха та висока температура, на рослинний світ відображається не лише в загальному зменшенні врожаю, але й у складних змінах фізіолого-біохімічних процесів, що відбуваються в їхньому організмі. Ці асоційовані зміни викликають серйозні перешкоди для здоров'я та продуктивності рослин, що можуть мати значний вплив на сільськогосподарське виробництво та екосистеми в цілому. Посуха та висока температура є серйозними факторами, які впливають на фізіолого-біохімічні процеси та продуктивність рослин. Ці агроекологічні стресори можуть спричинити ряд негативних наслідків для рослинного організму, включаючи порушення фотосинтезу, зменшення водного балансу, активацію окислювальних процесів та зниження продуктивності.

Виклад основного матеріалу. Зміни клімату, такі як посуха та збільшення температур, стають все більш помітними у світі, впливаючи на різноманітні аспекти життєдіяльності рослин. Ці погодні аномалії не лише ставлять під загрозу врожайність, а й мають глибокий вплив на фізіолого-біохімічні процеси та продуктивність рослинних організмів.

Температура і вологозабезпечення чинять прямий вплив на ріст рослин і врожайність сільськогосподарських культур [5].

Посуха та висока температура викликають ряд стресових реакцій у рослин, включаючи дегідратацію, збільшення окислювальних стресів, порушення балансу електролітів та фітогормонів. Одним із наслідків цих процесів є зниження фотосинтетичної активності та збільшення рівня окислення вуглеводів, що веде до зменшення утворення фотосинтату та загальної продуктивності рослин. Посуха призводить до стресового стану рослин, що спричиняє зниження водопостачання та порушення функціонування клітин. Недостатнє забезпечення водою призводить до зменшення активності ферментів, які беруть участь у фотосинтезі, що в свою чергу призводить до зменшення продуктивності рослин.

Несприятливі погодні умови суттєво обмежують продуктивність рослинних культур. Зниження врожайності може бути спричинене низьким рівнем утворення та накопичення біомаси, а також зниженням якості урожаю через зміни біохімічного складу рослинних органів.

Рослини мають різні механізми адаптації до стресових умов, таких як посуха та висока температура. Ці механізми включають у себе активацію антиоксидантних систем, синтез специфічних захисних білків та ліпідів, а також підвищення ефективності систем управління водним режимом та реакції на стресові сигнали.

Несприятливі погодні умови, такі як посуха та висока температура, мають значний вплив на фізіолого-біохімічні процеси рослин та їхню продуктивність. Одним з найбільш очевидних наслідків є зниження водного потенціалу ґрунту та дегідратація рослин, що призводить до стресу та порушення водного обміну. Посуха також може спричинити зменшення здатності рослин до фотосинтезу через недостатнє забезпечення водою та теплом [1].

Висока температура може викликати небаланс між процесами фотосинтезу та дихання, що призводить до накопичення вільних радикалів та окислювальних стресів. Це може мати негативний вплив на структуру та функціонування білків, ліпідів та інших біохімічних компонентів рослин. Висока температура також може негативно впливати на рослини. Вона може спричинити денатурацію білків, збурення мембранної структури клітин, а також активацію окислювальних процесів. Це може призвести до стресового стану рослин та зниження їх продуктивності.

Висока температура може впливати на розвиток колосків у пшениці. За даними досліджень, оптимальними умовами для розвитку колосків є не надто висока температура (до 23°C) та достатня забезпеченість вологою й азотом. Невисокі температури (до 10°C) сприяють утворенню крупного колоса, тоді як висока температура може призвести до передчасного закінчення формування колоса й зниження його довжини. Таким чином, висока температура може мати вплив на розвиток колосків у пшениці, змінюючи їхню структуру та розмір в залежності від умов оточуючого середовища [4].

Незважаючи на ці стресові умови, багато видів рослин розвинули різноманітні механізми адаптації до посухи та високих температур. Ці механізми включають у себе такі процеси, як активування антиоксидантних систем, синтез особливих захисних білків та ліпідів, розвиток більш ефективних систем управління водним режимом та реакції на стресові сигнали. Зміна клімату, що супроводжується підвищенням температури та частотою посушливих явищ, стає все більшою загрозою для сільського господарства. Рослини, як живі організми, чутливі до цих змін, і їхні фізіологічні та біохімічні процеси можуть значно змінюватися під впливом посухи та високих температур.

Посуха має значний вплив на фізіологічні процеси рослин, такі як фотосинтез, транспірація, абсорбція води та вуглекислого газу, ріст і розвиток (табл. 1). Основні механізми, які викликають ці зміни, полягають у зниженні доступності вологи для рослин, а також в активуванні механізмів оборони рослин проти стресу.

Посуха може суттєво знизити продуктивність рослин, особливо сільськогосподарських культур. Зниження доступності води спричиняє зупинку процесів росту та розвитку рослин, а також призводить до погіршення якості врожаю. Недостатня волога може спричинити втрату ваги рослин, викидання цитоплазматичних мембран, зменшення кількості та якості квітів і плодів, а також зниження вмісту поживних речовин та вітамінів. Все це може призвести до значних збитків у сільському господарстві та різних секторах, які залежать від рослинних продуктів.

Вплив на біохімічні процеси:

1) Білки: Посуха та висока температура можуть призвести до денатурації білків, що негативно впливає на ферментативну активність та метаболізм.

Таблиця 1

Вплив на фізіологічні процеси рослин

Фотосинтез	Одним з найважливіших процесів у рослинах є фотосинтез, в якому світлова енергія перетворюється на хімічну енергію в формі органічних сполук. При посушливих умовах рослини стикаються зі зниженням доступності води. Це призводить до зменшення фотосинтетичної активності, оскільки зменшується кількість води, доступної для функціонування фотосинтетичного апарату.
Транспірація	Цей процес допомагає підтримувати водний баланс у рослинах та відіграє важливу роль у кількості доступної вологи для фотосинтезу. При посушливих умовах рослини зменшують свою транспірацію, щоб зберегти воду. Однак, це також може призвести до зменшення доступності вуглекислого газу для фотосинтезу, оскільки його постачання залежить від руху води в рослині.
Абсорбція води	Зменшення кількості опадів та збільшення випаровування може призвести до зниження рівня води в ґрунті, що ускладнює завдання рослин у поглинанні необхідної для життєдіяльності вологи. Це може призвести до деяких наслідків, таких як зниження росту кореневої системи, зупинка росту рослин, а в деяких випадках - ініціація механізмів пристосування, таких як гідрофілізація насаджень або розподіл зусиль на забезпечення ще більшої ємкості для зберігання води.

Джерело: [2].

2) Мембрани: Зневоднення та високі температури можуть пошкодити мембрани клітин, що порушує їх функції та транспорт речовин.

3) Гормони: Посуха та висока температура стимулюють синтез абсцизової кислоти, яка ініціює адаптивні механізми, але при надмірному накопиченні може інгібувати ріст та розвиток рослин.

4) Антиоксидантна система: Посуха та висока температура можуть призвести до накопичення активних форм кисню, що шкодить клітинам. Рослини активують антиоксидантну систему для захисту від оксидативного стресу.

Вплив на продуктивність:

1) Ріст і розвиток: посуха та висока температура можуть інгібувати ріст та розвиток рослин, що призводить до зменшення вегетативної маси та затримки цвітіння та плодоношення.

2) Продуктивність: дефіцит води та високі температури негативно впливають на продуктивність сільськогосподарських культур, знижуючи урожайність та якість продукції.

Рослини мають ряд адаптивних механізмів, що дозволяють їм виживати в умовах посухи та високих температур. Ці механізми включають табл 2.

Адаптивні механізми

Глибока коренева система	Дозволяє рослинам поглинати воду з ґрунту на більшій глибині.
Товста кутикула	Зменшує втрату води через транспірацію.
Склеренхіма	Збільшує стійкість рослин до механічних пошкоджень.
Метаболічні адаптації	Накопичення osmoprotectants, антиоксидантів, стресових білків.

Джерело: [3].

Для покращення толерантності рослин до посухи та високих температур важливо застосовувати стратегії модифікації. Це може включати селекцію сортів, яким притаманна вища стабільність у стресових умовах, або застосування агротехнологій, спрямованих на покращення водного режиму та захист клітин від окислювального стресу. Рослини розвинули різноманітні механізми адаптації до стресу, спричиненого посухою.

Хоча посуха є природним явищем, іноді можна прийняти заходи для зменшення її негативного впливу на рослини. Ось декілька можливих способів:

1) Зрошення: Зрошення може бути ефективним способом надання додаткової вологи рослинам у періоди посухи. Відносно потужні системи зрошення можуть забезпечити воду там, де вона недостатня, сприяючи зростанню та розвитку рослин.

2) Обробіток ґрунту: Відкритий обробіток ґрунту може допомогти зберегти вологу та запобігти її втраті через випаровування. Приклади таких методів включають мулчування, пащення і використання спеціальних матеріалів для збереження вологи.

3) Вибір стійких сортів рослин: Одним зі способів зменшення негативних наслідків посухи на рослини є вибір сортів, які мають вищу стійкість до посушливих умов. В таких сортів рослин повинна бути вища здатність до збереження води та зменшення водного дефіциту.

У зв'язку зі зростаючими загрозами посухи, важливо розглянути методи підвищення стійкості рослин до цього явища. Ці методи можуть включати в себе селекційну роботу з вибору більш стійких сортів, використання технологій поливу та удосконалення методів управління вологою в ґрунті.

Висновки. Посуха та висока температура негативно впливають на фізіологічні та біохімічні процеси рослин, що призводить до зниження їх продуктивності. Рослини мають ряд адаптивних механізмів, які дозволяють їм виживати в цих умовах. Селекція посухо- та жаростійких сортів, а також використання агротехнічних прийомів, що зменшують негативний вплив стресових факторів, є важливими стратегіями для підвищення стійкості сільського господарства до зміни клімату. Посуха має прямий вплив на продуктивність рослинних культур. Зменшення доступності води може призвести до зниження рівня фотосинтезу та накопичення сухої речовини, що в свою чергу призведе до зменшення врожаю. Посуха також може мати негативний вплив на якість урожаю, зокрема, знижуючи вміст корисних речовин у плодах та насінні.

Список використаної літератури

1. Амонс С.Е. Антропогенний вплив на земельні ресурси та практичні заходи його запобіганню. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2011. № 8. С. 25-30.
2. Сидоренко М.В., Чеботар С.В. (2020). Вплив посухи на пшеницю на різних стадіях росту. *Вісник Одеського національного університету. Біологія*, 25 (1(46)), 67–87. [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2020.1\(46\).205848](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2020.1(46).205848)
3. Терек О.І., Пацула О.І. Ріст і розвиток рослин: навч. посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 328 с.
4. Формування продуктивності колоса в зернових. URL: <https://propozitsiya.com/ua/formuvannya-produktivnosti-kolosa-v-zernovih> (дата звернення 23.03.24 р.).
5. Yadav, M.R., Choudhary, M., Singh, J., Lal, M.K., Jha, P.K., Udawat, P., Gupta, N.K., Rajput, V.D., Garg, N.K., Maheshwari, C., Hasan, M., Gupta, S., Jatwa, T.K., Kumar, R., Yadav, A.K. & Prasad, P.V.V. (2022). Impacts, Tolerance, Adaptation, and Mitigation of Heat Stress on Wheat under Changing Climates. *Int. J. Mol. Sci.* 23. 2838. <https://doi.org/10.3390/ijms23052838>.

Олексій ОГНИВИЙ¹⁶,

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

ОРГАНІЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО В ОВОЧІВНИЦТВІ. ВИРОЩУВАННЯ ОРГАНІЧНО ЧИСТОЇ КАРТОПЛІ

Анотація. Данна стаття розкриває одну з головних проблем сучасного суспільства в галузі агрономії, а саме негативний вплив інтенсивного землеробства, високих концентрацій нітратів в овочах на здоров'я людей та альтернативне вирішення проблеми за допомогою органічного овочівництва за основу було взято лідера з вирощування овочевих культур – картоплю.

В органічному овочівництві реалізується ідея створення екологічно чистих та здорових продуктів для споживачів, у статті ретельно розглянуто ключові аспекти цього підходу при вирощуванні картоплі у відкритому ґрунті. Важливим аспектом є відмова від хімічних пестицидів та мінеральних добрив, замість чого акцентується на використанні органічних методів контролю шкочинних об'єктів. Вирощування органічно чистої картоплі є актуальним та важливим напрямом сільського господарства. Цей підхід відповідає сучасним вимогам споживачів та екологічності виробництва. Органічна картопля сприяє збереженню біорізноманіття та родючості ґрунтів, а

¹⁶Науковий керівник: Паламарчук І.І., канд. с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва та садівництва.

також має підвищену харчову цінність. Крім того, вона позитивно впливає на екологічний стан довкілля та сприяє сталому розвитку аграрного сектора. Таким чином, вирощування органічно чистої картоплі відіграє важливу роль у створенні здорового та стійкого харчового ланцюга. Виходячи з цих даних, розвиток органічної картоплі є доволі перспективним напрямком, а її актуальність буде зростати з кожним роком.

Ключові слова: картопля, агротехнічні прийоми, біопрепарати.

Annotation. This article addresses one of the main problems of modern society in the field of agronomy, namely the negative impact of intensive agriculture, high concentrations of nitrates in vegetables on human health, and alternative solutions through organic vegetable farming.

As a basis, the leader in vegetable cultivation, potatoes, was taken. In organic vegetable production, the idea of creating environmentally friendly and healthy products for consumers is implemented, the article carefully reviews the key aspects of this approach when growing potatoes in open ground. An important aspect is the rejection of chemical pesticides and mineral fertilizers, instead of which the emphasis is on the use of organic methods of controlling harmful objects. Cultivation of organically clean potatoes is a relevant and important area of agriculture. This approach meets the modern requirements of consumers and ecological production. Organic potatoes contribute to the preservation of biodiversity and soil fertility, and also have increased nutritional value. In addition, it positively affects the ecological state of the environment and contributes to the sustainable development of the agricultural sector. Thus, growing organically clean potatoes plays an important role in creating a healthy and sustainable food chain. Based on these data, the development of organic potatoes is a rather promising direction, and its relevance will grow every year.

Key words: potatoes, agrotechnical methods, biological preparations.

Вступ. Починаючи з 1970-1980-х років в Україні почали впроваджувати інтенсивні методи вирощування, що дозволило отримати високі врожаї. Однак, якщо не керувати ним належним чином, такий підхід негативно впливає на навколишнє середовище. Зокрема, це сприяє виснаженню природних ресурсів, знижує родючість ґрунтів, руйнує невеликі водойми, забруднює навколишнє середовище шкідливими забруднювачами.

Органічне овочівництво – це процес вирощування овочевих культур без застосування хімічних препаратів. Наразі органічні продукти харчування набувають все більшої популярності та органічну технологію вирощування застосовують не тільки люди, які вирощують продукцію для власних потреб, але й великі компанії, які експортують свою продукцію по всьому світу [3, 4].

Картопля відіграє значну роль як важливе джерело харчування для глобального населення. Її висока врожайність, вміст харчових речовин та стійкість до різних погодних умов роблять її важливим культурним рослиною у сільському господарстві. Картопля відіграє ключову роль у економіці

численних країн, забезпечуючи робочі місця та стійкий дохід для сільських господарств [7].

Виклад основного матеріалу. За даними Держстату, у минулому році українськими аграріями було зібрано 22,21 млн тонн картоплі з 1,3 млн га площ, що являє собою найбільш вирощуваною культурою поміж інших овочевих культур. Україна є країною з високим рівнем споживання картоплі на душу населення. Наразі точна кількість споживання картоплі на одного українця може змінюватися залежно від року та рівня виробництва та імпорту. Однак за останні роки в середньому кількість споживання картоплі на одну особу в Україні складає приблизно 80-100 кг на рік. Це зумовлено широким використанням картоплі в українській кухні та високим попитом на цю культуру серед населення. Це зумовлено тим що картопля багата на вітаміни та мінерали, такі як вітамін С, вітаміни групи В (зокрема вітамін В6), калій, магній та фолієва кислота. Ці корисні речовини сприяють підтримці здоров'я серця, нормальному функціонуванню нервової системи, зміцненню імунітету та росту та розвитку організму. Крім того, картопля містить деякі антиоксиданти, які можуть захищати клітини від пошкоджень та запалення [8].

Проте на сьогоднішній день все більше стає популярне інтенсивне вирощування даного виду культури при якому картопля як і інші овочі накопичує в собі досить велику кількість нітратів які в сою чергу згубно впливають на здоров'я людей. Основними проблемами, пов'язаними з високим споживанням нітратів, є:

1) Метгемоглобінемія: Надмірні нітрати можуть перетворюватися в нітрити в організмі, що може призвести до утворення метгемоглобіну. Це може призвести до метгемоглобінемії, стану, при якому кров не може доставляти достатньо кисню до тканин, що може призвести до головних болів, втоми та подразнення.

2) Карциногенез: Існує деяке наукове дослідження, що вказує на зв'язок між великим споживанням нітратів та підвищеним ризиком розвитку деяких форм раку, зокрема раку шлунка та раку кишечника. Проте точні механізми цього зв'язку ще не повністю з'ясовані.

3) Вплив на дітей: Надмірні нітрати в харчових продуктах можуть бути особливо шкідливими для дітей, оскільки їхні органи і системи можуть бути більш чутливими до токсичних впливів.

4) Вплив на вагітність: Високий рівень нітратів у харчових продуктах може також мати негативний вплив на вагітність, оскільки може спричинити погіршення фетального розвитку та може бути пов'язаним з підвищеним ризиком передчасного народження та інших ускладнень вагітності.

Для запобігання негативного впливу нітратів за рахунок зменшення їх в продуктах харчування, все більш популярним стає тенденція органічного землеробства. Головним фактором низького розвитку та поширення органічного овочівництва та високих цін на органічно чисті овочів порівняно зі звичайним є значно нижча врожайність. Крім того, фермери, які використовують цей метод,

повинні отримати спеціальний сертифікат «Еко» та пройти численні перевірки, щоб доказати екологічну чистоту своєї продукції [5, 6, 7].

В органічному землеробстві заборонено використовувати препарати такі як: інсектициди, фунгіциди, гербіциди та ін. в яких містяться хімічні домішки. На противагу щоб запобігти збиткам від шкідників, бур'янів та хвороб господарства використовують такі технології як: чергування культур; знищення або швидке заорювання падалиці; регулювання температурного режиму та насичення повітря вологою в оптимальних значеннях для рослин в теплицях; використання лише чистого від хвороб, шкідників та бур'янів насіння; використання сортів, які мають стійкість до хвороб; посів культур в різні строки; контролювання густоти посіву; зменшення можливого пошкодження рослин під час догляду за ними; посів різних рослин, які мають особливість відлякувати шкідників.

Картопля є найбільш актуальною культурою в органічному землеробстві [2]. При вирощуванні органічної картоплі, дуже важливо ретельно вибрати здоровий посадковий матеріал. Перед посадкою картоплю рекомендується прогріти, підготувати ґрунт і забезпечити проростання материнських бульб при температурі не менше +7°C. Цей процес гарантує оптимальний ріст і розвиток. Щоб гарантувати високий рівень урожаю, важливо ретельно дотримуватись сівозміни, в яку слід додати проміжні культури.

Для боротьби з різноманітними ґрунтовими шкідниками в осінній період настійно рекомендується використовувати біоінсектицид «Метаризин». Бульби, посаджені в ранні терміни, особливо в південних регіонах, залишаються неураженими. Для ефективної боротьби з колорадським жуком вкрай важливо вирішити проблему високих температур і забезпечити швидкий розвиток рослин. Перед посадкою бульби замочують біофунгіцидом «Фітоспорін-М» або «Ризоплан», після чого просушують у затіненому місці. На етапі посіву вносять добриво, що містить фосфатмобілізувачі бактерії, а також використовують «Триходермін» та інші мікробіологічні засоби [6].

Найефективніший спосіб посадки картоплі для отримання раннього врожаю – посадка в ряди. Він дає змогу здійснювати ранню посадку, проводити прополювання разом з підгортанням і забезпечує легкий збір врожаю. За висадки картоплі нарізають гребені, тільки готують їх з осені.

Висаджують картоплю в два ряди з міжряддям між кущами 30 см. Таким способом вирощують картоплю. Використовуючи цю техніку, відбувається розширення простору для росту і впливу сонячного світла. Потім грядку покривають ґрунтом і збагачують органічними матеріалами. Відповідно, урожай картоплі суттєво зростає. Грядку, наповнену великою кількістю поживних речовин, можна використовувати кілька років поспіль; добрива не вимиваються, оскільки така грядка огорожена, також це полегшує прополювання, полив і підживлення. Немає необхідності підгортання і перекопування, достатньо просто розпушити ґрунт. Картопля має швидкі темпи росту в такому середовищі, залишаючись здоровою та стійкою до хвороб, а також добре зберігається. Однак облаштування потребує як часу, так і

матеріальних витрат. Важливо дотримуватися суворої сівозміни, оскільки не проводиться оранка, що може призвести до накопичення шкідників і хвороб.

Також, можливо при вирощуванні картоплі використовувати мульчувальні матеріали, такі як чорне агроволокно. Висаджують розсаду картоплі в хрестоподібні надрізи з інтервалом 20-30 см на розстелене чорне агроволокно. Дотримуючись цього способу, можна отримати картоплю раніше терміну. Агротехніка посадки картоплі під плівку ідентична застосовуванню при традиційному вирощуванні. На грядку накладають плівку з агроволокна, а потім акуратно роблять надрізи, створюючи отвори розміром приблизно 20-30 см. Ці лунки служать місцями для посадки розсади картоплі. Однією з найбільш серйозних загроз для рослин картоплі є колорадський жук, а також різноманітні хвороби та шкідники. Ці проблеми виникають, коли відбувається порушення екологічної рівноваги. За знищення зонтичних рослин відповідають личинки сонечка, цесарки, фазани. Ці сонечка мають сильну спорідненість із зонтичними рослинами, використовуючи їх як середовище для розмноження.

Рекомендується залишити частину ґрунту без обробки, дозволяючи природній рослинності рости та розмножуватися. Крім того, важливо пам'ятати про важливість вирощування змішаних культур. Наприклад, посадка картоплі разом із бобовими культурами, такими як квасоля, може дати позитивні результати [3].

В.М. Писаренко, П.В. Писаренко, С.В. Пономаренко, В.Ф. Шаповал рекомендують різні біотехнічні способи боротьби з колорадським жуком, оскільки фітофаг не переносить запаху бобів, можна ефективно відлякувати. Можна помістити кілька бобів поряд з картоплею в одну ямку. Одним з ефективних прийомів посадки картоплі є додавання до неї чорнобривців, оскільки чорнобривці мають ту перевагу, що вони відлякують колорадського жука. Інший підхід полягає в змішаному посіві, коли різні культури висаджують разом на одній ділянці. Вносячи в осінній період 4% розчин курячого посліду, наступного року можна спостерігати зниження зараженості колорадським жуком в регіоні [1, 2].

Щоб запобігти навалі шкідників, до їх появи на рослинах обробляють сумішшю господарського мила і золи. Розчин складається з 50 грамів мила і 2-літрової банки золи на 10 літрів води. Метод ефективно вбиває яйця колорадського жука, які зазвичай знаходяться на нижніх листках картоплі.

Процес збору жуків і личинок полягає в тому, що вони збиваються з кущів віником, після чого збираються в таз. Відвар з полину гіркого і курячого посліду потрібно використовувати таким чином: спочатку 1 кг полину кип'ятити у невеликій кількості води приблизно 10-15 хвилин. Після охолодження додати настій курячого посліду (7 кг курячого посліду замочити у невеликій кількості води на 1-2 доби). Потім суміш процідити і розбавити водою до загального обсягу 10 літрів. На завершення обприскати картоплю двічі з 7-денним інтервалом між кожним застосуванням [2].

На бульби картоплі можуть негативно впливати різні захворювання, що призводить до зниження врожаю та погіршення якості. Для боротьби зі

звичайною паршею та борошністою росою існують ефективні біофунгіциди..«Триходермін» і «Фітоспорін-М» є ефективними засобами для боротьби з ризоктоніозом або чорною паршею. Як потенційні варіанти рекомендовано розглянути біофунгіциди «Фітодоктор», «Ризоплан», «Триходермін». Ці засоби показали ефективність у боротьбі з грибковими захворюваннями. Раккартоплі є досить рідкісна. Однак існує ефективний спосіб протистояти виникненню захворювань.

Важливе значення для успіху має дотримання сівозміни, в тому числі вирощування бобових культур, таких як люпин, люцерна, конюшина, а також використання сидератів, таких як гірчиця, а також підбір якісного посадкового матеріалу та правильна підготовка перегною. Важливо відзначити, що фітофтороз, поширене захворювання картоплі, зустрічається в багатьох регіонах. Тому вкрай важливо негайно реагувати на будь-які початкові ознаки його присутності. Для ефективної боротьби з фітофторою обов'язкове застосування «Фітоспорін-М» і «Триходермін». Щоб зменшити шкоду від картопляних цистоутворюючих нематод, на заражених ґрунтах рекомендується вирощувати стійкі до нематод сорти картоплі [1, 2].

Висновки. В органічному овочівництві реалізується ідея створення екологічно чистих та здорових продуктів для споживачів, у статті ретельно розглянуто ключові аспекти цього підходу при вирощуванні картоплі у відкритому ґрунті. Важливим аспектом є відмова від хімічних пестицидів та мінеральних добрив, замість чого акцентується на використанні органічних методів контролю шкочинних об'єктів. Вирощування органічно чистої картоплі є актуальним та важливим напрямом сільського господарства. Цей підхід відповідає сучасним вимогам споживачів та екологічність виробництва. Органічна картопля сприяє збереженню біорізноманіття та родючості ґрунтів, а також має підвищену харчову цінність. Крім того, вона позитивно впливає на екологічний стан довкілля та сприяє сталому розвитку аграрного сектора. Таким чином, вирощування органічно чистої картоплі відіграє важливу роль у створенні здорового та стійкого харчового ланцюга. Виходячи з цих даних, розвиток органічної картоплі є доволі перспективним напрямком, а її актуальність буде зростати з кожним роком.

Список використаної літератури

1. Vdovenko S., Palamarchuk I., Mazur O., Mazur O., Mulyarchuk, O. Organic cultivation of carrot in the right-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 27. No. 1.

2. Вдовенко С. А., Паламарчук І. І. Сортовивчення капусти білоголової за органічної технології у відкритому ґрунті. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2023. №2 (102). С.1-13. [http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2\(102\).2023.005](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2(102).2023.005)

3. Довідник міжнародних стандартів для органічного агровиробництва. Навч.- координац. центр с.-г. дорадчих служб; за ред. Капштика М.В. Київ: СПД Горобець Г.С., 2007. 356 с.

4. Органічне землеробство: з досвіду ПП «Агроекологія» Шишацького району Полтавської області [Текст]: практ. рек. /Антонець С.С. [та ін.]; за ред. Писаренка В. М.; Полтав. держ. аграр. акад. Полтава: РВВ ПДАА, 2010. 198 с.

5. Писаренко В.М. Органічне землеробство для приватного сектора. за ред. В.М. Писаренка. Полтава. 2017. 140 с

6. Слепцов Ю. В., Федосій І. О. Органічне овочівництво: навчальний посібник. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016. 272 с.

Денис КОШЕЛЬ¹⁷,
студент 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

SUGAR BEET GROWING TECHNOLOGY

***Annotation.** This article covers basic information about the technology of growing sugar beet. History and distribution, biological features, sugar beet cultivation technology. Sugar beet is the most important technical plant of Ukraine and the raw material base of the sugar industry, ordinary sugar beet. The root fruit weighs more than 500 grams and contains 11–19% sugar. Molasses is also produced from sugar beets, from which alcohol yeast, glycerin, etc. are obtained. Buckwheat is used as livestock feed. The cultivation of sugar beets is not the characteristic of organic production, but in our country it is the only crop that produces sugar.*

***Key words:** sugar beet, growing technology, sugar content*

***Анотація.** У даній статті висвітлено основну інформацію щодо технології вирощування цукрового буряка. Історія і поширення, біологічні особливості, технологія вирощування цукрових буряків. Цукровий буряк – найважливіша технічна рослина України і сировинна база цукрової промисловості, звичайний цукровий буряк. Коренеплід важить понад 500 грамів і містить 11–19% цукру. З цукрових буряків виробляють також патоку, з якої одержують спиртові дріжджі, гліцерин та ін. Вирощування цукрових буряків нехарактерне для органічного виробництва, але в нашій країні це єдина культура, з якої отримують цукор.*

***Ключові слова:** буряк цукровий, технологія вирощування, цукристість*

***Introduction.** Sugar beet (*Beta vulgaris*) is one of the most important cultivated plants in the world, used for the production of sugar and other products. The technique of growing these plants requires a careful and gradual approach to ensure high yield and product quality. We review key aspects of sugar beet growing technology, including plant characteristics, soil preparation, agronomics, harvesting, and development prospects.*

¹⁷Науковий керівник: Малик В.М., викладач кафедри української та іноземних мов ВНАУ.

Sugar beet is of great agrotechnical importance. The life cycle of this crop is of five to six months with a root yield of 60–80 t ha⁻¹ and sugar content of 15–17%. Sugar beet is known as a temperate crop of short duration. The crop is full of carbohydrates content which is being used for multiple purposes giving value addition to the crop. The green top and, wet and dry pulp are a good source of fodder material for lactating animals like cattle.

Presentation of the main material. Sugar beets are known for their high sugar content in the root crop. These are two-year plants that develop a rosette of leaves in the first year, and form root crops in the second. Varieties and hybrids of sugar beets differ in sugar content, resistance to diseases and other characteristics. One of the key aspects of successful sugar beet cultivation is choosing the right variety or hybrid that meets local conditions and production requirements. In addition, soil and climate requirements must be considered to ensure optimal plant growth and development.

Sugar beet is one such crop which has almost zero wastage. Starting from its leaves, roots, pulp, molasses, vinasse, all the plant parts as well as their left over are some or in other way utilized for industrial purposes of different sectors. The value-added products of sugar beet have been described in figure. Deep plowing and application of organic and mineral fertilizers improve soil structure and increase biological activity. After such plowing, agricultural machinery and chemicals are used to control weeds, thanks to which the fields become weed-free. Beetroot is suitable as a precursor for most crop rotations.

Sugar beet is an extremely demanding crop in terms of nutrition. To obtain high yields, it needs high soil fertility and a significant amount of nutrients. Sugar beet is one of the main sugar crops. Sugar beets have a high feed value. When we grow sugar beets, we actually get two crops from the same area. The first is root crops, raw materials for sugar production; the second – feed for animals in the form of ghee, pulp, molasses, etc.

Biological features of sugar beet: Sugar beet seeds begin to germinate at a soil temperature of 4–5°C, but seedlings appear only after 20–22 days. In autumn, before harvesting, the plant withstands frosts down to -5°C. At temperatures below 6–8°C, the process of sugar accumulation in root crops stops. Despite their frost resistance, sugar beets are very heat-loving crops.

Sugar beet is a heat-resistant crop. Its maximum temperature is high. Photosynthesis also occurs when the temperature reaches 40°C. Beetroot needs moisture from the first days of life. Water consumption is greatest in the period of intensive harvesting in July-August. Relatively less crop damage from drought compared to other crops is due to the well-developed tap root system. Sugar beets are plants that like long bright days. The intensity of sugar accumulation in root crops depends on the number of sunny days in the second half of the growing season. Cultivation requires very high soil fertility. It grows best on fertile soils rich in organic matter: chernozem, dark-gray gilded, alkaline. Smaller crops are formed on gray and light-gray soils. In terms of mechanical composition, humus soil is the most suitable. It grows poorly on poor, sandy and very heavy clay soils.

Before sowing beets, it is necessary to carefully prepare the soil. This includes removing weeds, preparing loose soil, and applying fertilizers to feed plants. The best sowing time depends on climatic conditions and the requirements of a specific variety. There are several methods of sowing sugar beets, including row, rowless and sowing. Each method has its advantages and disadvantages, but one or another method should be chosen based on local conditions and available technical capabilities. Ensuring the correct sowing is an important stage in the cultivation of sugar beets, since the further development of the plant and the formation of the crop depend on it.

After sowing, it is necessary to carry out a set of agrotechnical measures to ensure optimal growth and development of sugar beets. This includes fertilizing, regulating watering and irrigation, disease and pest control, and weed control. The use of modern technologies, such as systems of automated irrigation, precision farming and plant condition monitoring, allows to significantly increase the efficiency of sugar beet cultivation and reduce the cost of production.

The right choice of land is very important for the cultivation of sugar beets, because not only the cost of its cultivation depends on the land on which the culture is grown, but also the final result, that is, the level of profit. Many farmers have noticed that the sugar beets in some fields are rotting, even if they return to the sugar beet fields after several years or even after rotating with some other crops. Even with the most advanced technology and pesticides, some fields cannot grow sugar beets. It depends on many factors, but most often on a combination of them. It is often due to a combination of many natural and anthropogenic factors, such as diseases that are difficult to eliminate and severe nematode infections, the life activity of soil microorganisms, and the chemical and biological properties of the soil and moisture as well as modern conditions where powerful weed control is added. Influence of factors such as means. Therefore, a very simple way to avoid losses is not to sow sugar beet in fields where the yield is not high, and even with compliance with agricultural techniques, sugar beet crops often die. In this case, you can sow crops that are highly profitable in local conditions.

Profit when growing sugar beets without irrigation is possible only if you take into account the level of moisture supply in a local region when planning the costs of growing and the level of productivity of beet. For example, if the level of moisture supply does not allow the formation of a sugar beet crop of more than 50 t/ha, then fertilizers and pesticides should not be given for a higher yield, since this will not pay off - and a loss can be made instead of profit. In modern conditions, the climate is changing and becoming drier. And the yield level of sugar beets begins to limit the lack of moisture, even in those regions where before there was enough moisture. Therefore, investments in drip irrigation will be justified, as this reduces climate risks. When using drip irrigation, it is possible to effectively provide sugar beet plants with moisture to forming a very high and even record yield, which will be much higher than when growing sugar beets without irrigation, since a lack of moisture will not limit yield. Plants will have enough moisture to form a higher yield, and in this case other factors will limit the yield, for example, diseases and pests and lack of nutrients. When using fertigation (giving of fertilizers and growth stimulants into a

drip), it is possible to remove the yield limit caused by a lack of nutrients. A well-designed system of application of plant protection products, well-selected rates of agricultural chemistry, can reduce losses associated with pests and diseases.

There are two main technological varieties of the classic method of tilling the soil of sugar beets: semi-steam and turbocharged, both of which give almost the same results of soil preparation. The scheme of steam processing consists in peeling off the two-sided layer immediately after harvesting the layer from the previous layer to a depth of 8–10 cm. After 2–3 weeks, make plowing for 30–32 cm with a roller and a harrow. When it rains and weeds grow, harrow 2–3 times. Before the soil freezes, it is loosened (and leveled) without plowing to a depth of 16–18 cm. Soil cultivation for sugar beet can be divided into the following periods: spring plowing, early spring plowing, and pre-sowing plowing. No-till plowing has special requirements, as all crop residues must be thoroughly worked. Strict quality control is carried out according to the harvest of the previous crop. Hulling the stubble is mandatory in order to better grind the crop residues, distribute them evenly over the area and facilitate the mineralization process. The main predecessors of sugar beets are wheat and grain crops, and in recent years, sugar beets are sown after corn, followed by shredding of crop residues at a depth of 3–5 cm using a mulcher. The main combined cultivation of the soil is carried out to a depth of 24–30 cm, depending on soil and climatic conditions and equipment. If necessary, tillage the soil to a depth of 15 cm is carried out before sowing. If after an unfavorable winter it is necessary to improve the structure by leveling or loosening the soil with the help of a cultivator, this should be done in conditions of low humidity. A mandatory condition is to level the soil to a shallow depth of 2–3 cm to form a high-quality seed pit. In difficult situations, pre-sowing furrows are allowed, this is used in very dry conditions to improve capillary rise in the seed bed when sowing on dry soil. The seeds are cleaned and sorted by size by selecting two seed segments. Then the seeds are crushed, partially removing the shell, which ensures the uniqueness and greater density of the seeds. The final stage of seed preparation is incrustation. A thin film consisting of film formers, fungicides, pesticides, irritants and dyes is applied to the surface. This helps protect against pests in the early stages of growth. To improve the quality of seedlings, coated seeds are used. It is given a spherical shape. The seeds are covered with a layer of inert organic matter, which has hygroscopic properties and contains nutrients, stimulants and protective substances. For modern technologies, use seeds with laboratory germination of at least 90% and single-germ seeds of more than 95%. Sugar beets are very demanding when it comes to fertilizers. Uses more nutrients than other crops.

The main method of sowing is sowing seeds in rows 45 cm wide. It is very important to observe straightness when sowing. In heavily cultivated fields, with high-quality soil preparation and sufficient supply of moisture, the depth of planting seeds is 2–3 cm. The deviation from the specified depth should not exceed +0.5 cm. This will ensure a high-quality harvest. Planting norms are established taking into account weather conditions, soil condition, quality of saplings and seedlings.

Seed sowing begins when the soil begins to ripen naturally at a temperature of 5–6°C and a depth of 8–10 cm.

Two methods of crop care are considered: 1) agricultural machinery with mechanical tillage; 2) use of chemical herbicides. Caring for plants includes a series of actions that are performed sequentially. The main task of primary plant care is to create favorable conditions for sowing healthy, friendly, weed-resistant seeds. Protection from diseases and pests. All agrotechnical precautions should be aimed at improving phytosanitary conditions and promoting healthy plant germination .

This includes the correct choice of field and soil type, crop rotation, application of organic manure and siderates to improve the balance of organic matter in the soil, balanced and timely application of fertilizers; – improved or semi-steam tillage; – high-quality pre-sowing soil treatment; -early sowing dates (the first decade of April);-uniform germination and timely formation of crop density; – selection of resistant varieties;

After the roots have matured, the sugar beets are ready for harvesting. It is important to correctly determine the moment of collection, because it affects the quality and quantity of products. Mechanized harvesting allows for quick and efficient harvesting, reducing losses and preserving the integrity of root crops. After harvesting, it is necessary to carry out post-harvest activities, such as cleaning the roots from soil and plant residues, sorting them according to size and quality, as well as preparing them for storage or transportation. Storage of sugar beets requires special conditions, in particular, low temperature and relative humidity. It is important to provide ventilation and protection from pests and rot.

Early harvesting reduces the yield of sugar per hectare, while late harvesting is associated with crop losses due to adverse weather conditions such as prolonged rains, snow cover and frost. The terms of harvesting root crops should be established at the regional level and provide for a mechanism to complete harvesting by the end of October.

The rapid pace of agricultural development and the use of modern technologies open up new opportunities for growing sugar beets. New varieties and hybrids with a higher sugar content and resistance to diseases allow to increase the yield and quality of products. Innovative methods of soil treatment, such as precision agriculture, allow more efficient use of resources and reduce the negative impact on the environment. The use of drones and modern monitoring systems allows for more accurate and faster crop protection and care measures. In general, the development of sugar beet cultivation technologies opens wide prospects for increasing the productivity and stability of the production of this important crop.

Conclusions. The technology of growing sugar beets is a complex and important process that requires careful planning and the use of advanced methods. Key aspects such as variety selection, soil preparation, farming techniques, harvesting and plant protection affect yield and product quality.

Modern technologies, such as automated irrigation systems, precision farming and plant health monitoring, allow to increase the efficiency of cultivation and reduce the negative impact on the environment. New varieties and hybrids, developed with the help of modern genetic technologies, open up new opportunities for increasing yield and resistance to stressful conditions. In the future, the development of sugar beet cultivation technologies will be aimed at further increasing productivity, reducing costs and preserving the environment. The introduction of innovative

methods and the use of scientific achievements will help ensure the stable production of this important crop for the global agricultural sector.

References

1. Біологія і технологія вирощування цукрових буряків. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/ros1/wp-content/uploads/sites/20/lekcija-20.biolohtija-i-tehnolohtija-vyroshchuvannja-cukrovyh-burjakiv.pdf>(дата звернення: 24.10.2023)
2. Технологія вирощування цукрових буряків. URL: <https://www.diamantsugar.com.ua/ua/technology-beet>(дата звернення: 23.10.2023)
3. Технологія вирощування цукрових буряків ПП «Західний Буг». URL: <http://www.ukrsugar.com/uk/post/tehnologia-virosuvanna-cukrovih-burakiv-pp-zahidnij-bug>(дата звернення: 26.10.2023)
4. Тютюнник, Ю. Г. Цукроварні України. Індустріальна спадщина і ландшафт : монографія. Київ : Інститут еволюційної екології НАН України, 2016. 329 с.

Максим ОПЛАКАНСЬКИЙ¹⁸,

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

ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ КУКУРУДЗИ (*ZEА MAYS L.*)

Анотація. Вид *Zea Mays L.* є однією з найважливіших культур для людства у більшості країн світу. Кукурудза володіє значним генетичним різноманіттям, яке представлено численними сортами, лініями та дикими родичами. Ці генетичні ресурси є ключовим фактором для підтримки стійкості виду до мінливих умов довкілля, хвороб та шкідників. Висвітлення генетичної різноманітності кукурудзи є важливий щодо збереження та раціонального використання біоресурсів. У даній статті розглянуто генетичні ресурси виду, їхню важливість для підтримки біорізноманітності та стійкості видового складу. Збереження та раціональне використання генетичного різноманіття кукурудзи є важливим завданням для забезпечення продовольчої безпеки, стійкого розвитку сільського господарства.

Ключові слова: генетичні ресурси, кукурудза, генетичний банк, вид, сорт, селекція.

Annotation. The *Zea mays L.* species is one of the most important crops for humankind in most countries of the world. Maize has significant genetic diversity, represented by numerous varieties, lines and wild relatives. These genetic resources are a key factor in maintaining the species resilience to changing environmental

¹⁸Науковий керівник: Аралова Т.С. кандидат с.-г. н., старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослини ВНАУ.

conditions, diseases and pests. Highlighting maize genetic diversity is important for the conservation and sustainable use of bioresources. This article discusses the genetic resources of the species and their importance for maintaining biodiversity and sustainability of the species composition. Conservation and rational use of maize genetic diversity is an important task for ensuring food security and sustainable agricultural development.

Key words: *genetic resources, corn, genetic bank, selection, species, variety.*

Вступ. Прогрес у селекції кукурудзи значною мірою залежить від використання різноманітного за генетичним потенціалом вихідного матеріалу. Сучасні технології виробництва, зміни кліматичних умов, нові підходи до створення нових видів різноманітної продукції потребують удосконалення методів селекції та пошуку нового вихідного матеріалу. Цей матеріал має володіти комплексом морфологічних, біологічних і генетичних ознак.

Збереження та вивчення генофонду виду є надзвичайно важливим завданням. Його необхідно залучати до Національного ген. банку, оцінювати в умовах різних регіонів України та використовувати для створення нових ліній та гібридів з метою збільшення виробництва цієї цінної культури. Ця стаття присвячена аналізу генетичних ресурсів кукурудзи, їх ролі в селекції та основним напрямкам досліджень в цьому напрямку.

Кукурудза (*Zea Mays*L.), (*zea* – від грец. *zeia* – назва кормового злаку; *mays* від мексик. народної назви рослини *maiz*) – це висока трав'яниста однорічна рослина з міцним прямостоячим стеблом. Великі вузькі листки мають хвилясті краї та розташовані по черзі на протилежних сторонах стебла. Тичинкові (чоловічі) квітки розташовані на китиці, що закінчує головну вісь стебла. Маточкові (жіночі) суцвіття, які дозрівають до їстівних колосків, являють собою колоски з потовщеною віссю, що несуть парні колоски в поздовжніх рядах; кожен ряд парних колосків зазвичай дає два ряди зерна [1].

Виклад основного матеріалу. Кукурудза відноситься до роду *Zea*, групи однорічних і багаторічних трав (*Poaceae*), що походить з Мексики та Центральної Америки. Рід *Zea* включає дикі таксони, відомі під загальною назвою *teosinte* (*Zeassp.*), і одомашнену кукурудзу або кукурудзу (*Zea mays* L. *ssp. mays*). *Zea mays*L. – однодомна детермінантна рослина, що досягає 4 метри заввишки. Листя, які можуть вирости до 100 см в довжину, ланцетні, широкі з помітною середньою жилкою. Широкі оболонки листя перекривають стебло в кожному вузлі та чергуються.

Біологічна класифікація кукурудзи (*Zea Mays*L.) є наступною:

Царство: Рослини (*Plantae*)

Клада: Судинні рослини (*Tracheophyta*)

Клада: Покритонасінні (*Angiosperms*)

Клада: Однодольні (*Monocotyledon*)

Клада: Комелініди (*Commelinids*)

Порядок: Тонконогоцвіті (*Poales*)

Родина: Злакові (*Poaceae*)

Рід: Кукурудза (*Zea*)

Вид: Кукурудза звичайна (*Z. mays*)

Як відомо, кукурудзу (*Zea mays* L.) далі поділяють на чотири підвиди: *Z. m. huehuetenangensis*, *Z. m. mexicana*, *Z. m. parviglumis* (*Balsas teosinte*, предок кукурудзи) і *Z. m. Mays*. Перші три підвиди – теосинтеси; останнім є кукурудза, єдиний одомашнений таксон роду *Zea*.

Слід зазначити той чинник, що розвиток кукурудзи поділяють на вегетативну та репродуктивну стадії. Вегетативна стадія починається з проростання насіння, появи колеоптиля та розвитку листя до появи шовків, коли починається репродуктивна стадія. Репродуктивна стадія починається від шовку до фізіологічної зрілості. Кукурудза є ауткросинговою культурою, але її можна використовувати для самозапилення. Чоловічі і жіночі суцвіття на рослині розташовані окремо. Чоловіче суцвіття або китиця утворюється на верхівці стебла, а жіноче суцвіття або колос розвивається в пазухах листя на стеблі. Китиці забезпечують пилок для запліднення колосу. Кілька шарів листя, лушпиння, щільно огортають качан, ту частину колоса, на якій тримаються ядра. Ядра можуть мати різний колір залежно від кольору крохмалистого ендосперму (жовтий, білий, червоний або чорний) [2].

У 2004 році Джон Доблі ідентифікував *Balsas teosinte*, *Zea mays* ssp. *parviglumis*, що походить із долини річки Бальсас на південно-західному високогір'ї Мексики, як дикорослий родич культури, генетично найбільш схожий на сучасну кукурудзу. Середня частина короткої долини річки Бальсас є ймовірним місцем раннього одомашнення. Кам'яні інструменти для жорна із залишками кукурудзи були знайдені в шарі відкладень віком 8700 років у печері неподалік від Ігуали, Герреро. У 2002 році Доблі та його колеги показали, що кукурудза була одомашнена лише один раз, близько 9000 років тому, а потім поширилася по всій Америці [3].

Примітивну кукурудзу вирощували на півдні Мексики, у Центральній Америці та на півночі Південної Америки 7000 років тому. Археологічні залишки ранніх колосків кукурудзи, знайдені в печері Гіла-Накітц у долині Оахака, мають вік приблизно 6250 років; найдавніші вуха з печер поблизу Теуакана, Пуебла, мають вік 5450 років.

Приблизно 4500 років тому кукурудза почала поширюватися на північ. Вперше кукурудзу почали вирощувати на території сучасної території Сполучених Штатів у кількох місцях у Нью-Мексико та Арізоні приблизно 4100 років тому. Протягом першого тисячоліття нашої ери вирощування кукурудзи ширше поширилося на півночі. Зростання культивування кукурудзи 500-1000 років тому на нинішньому південному сході Сполучених Штатів відповідало скороченню прісноводних мідій, які дуже чутливі до змін навколишнього середовища [4].

Ботанік Карл Лінней використовував загальну назву кукурудза як видовий епітет *Zea mays* (рис 1). Назві кукурудза віддається перевага в офіційному, науковому та міжнародному вживанні як загальній назві, оскільки вона стосується саме цього одного зерна, на відміну від кукурудзи, яка має

складну різноманітність значень, що змінюються залежно від контексту та географічного регіону. Більшість країн в основному використовують термін кукурудза.



Рис.1 Кукурудза (Zea Mays) [5]

Важливо взяти до уваги те, що селекція кукурудзи в доісторії призвела до того, що великі рослини давали великі колоски. Загальновідомо, що сучасна селекція почалася з людей, які відбирали високопродуктивні сорти на своїх полях, а потім продавали насіння іншим фермерам. Джеймс Л. Рейд був одним із перших і найуспішніших розробників Reid's Yellow Dent у 1860-х роках. Відповідно перші спроби були засновані на масовому відборі. Пізніші селекційні зусилля включали селекцію колоса до ряду (CG Hopkins c. 1896), гібриди, виготовлені з відібраних інбредних ліній (GH Shull, 1909), і дуже успішні гібриди подвійного схрещування з використанням чотирьох інбредних ліній. Університетські селекційні програми були особливо важливі для розробки та впровадження сучасних гібридів.

З 1940-х років найкращими сортами кукурудзи були гібриди першого покоління, виготовлені з інбредних штамів, які були оптимізовані за певними ознаками, такими як урожайність, поживність, стійкість до посухи, шкідників і хвороб. Як звичайне схрещування, так і генна інженерія досягли успіху у збільшенні виробництва та зменшенні потреби в орних землях, пестицидах, воді та добривах. Існують суперечливі докази на підтримку гіпотези про те, що потенціал врожайності кукурудзи зріс за останні кілька десятиліть. Це свідчить про те, що зміни потенціалу врожайності пов'язані з кутом нахилу листя, стійкістю до вилягання, стійкістю до високої щільності рослин, стійкістю до хвороб/шкідників та іншими агрономічними ознаками, а не збільшенням потенціалу врожайності на окрему рослину [6].

Слід наголосити на тому, що кукурудза є диплоїдом з 20 хромосомами ($n=10$) 83% алельних варіацій у геномі походять від його теосинтових предків, насамперед завдяки свободі *Zea s* до ауткросу. Американська вчена цитогенетик Барбара Мак Клінток використовувала кукурудзу для перевірки своєї теорії транспозонів про «стрибаючі гени», за що вона отримала Нобелівську премію з фізіології та медицини 1983 року. Кукурудза залишається важливою моделлю організму для генетики та біології розвитку.

Міжнародний центр покращення кукурудзи та пшениці зберігає велику колекцію зразків кукурудзи, перевірених та каталогізованих на стійкість до комах. У 2005 році Національний науковий фонд США, Міністерство сільського господарства та Міністерство енергетики сформували консорціум для секвенування геному кукурудзи. Отримані дані про послідовність ДНК були негайно депоновані в GenBank, загальнодоступне сховище даних про послідовність генома. Первинне секвенування геному кукурудзи було завершено в 2008 році. У 2009 році консорціум опублікував результати своїх зусиль з секвенування. Геном, 85% якого складається з транспозонів, містить 32 540 генів. Значна частина цього була скопійована та перетасована гелітронами, групою змінних елементів у ДНК кукурудзи.

Генетично модифікована кукурудза була однією з 26 генетично модифікованих харчових культур, які вирощувалися в комерційних цілях у 2016 році. Переважна більшість із них – *Bt-кукурудза*. Вирощується з 1997 року в Сполучених Штатах і Канаді, 92% врожаю кукурудзи в США було генетично модифіковано в 2016 році. Станом на 2011 рік стійкі до гербіцидів і комах сорти кукурудзи вирощувалися в більш ніж 20 країнах. У вересні 2000 року харчові продукти на суму до 50 мільйонів доларів були відкликані через наявність генетично модифікованої кукурудзи Starlink, яка була дозволена лише для споживання тваринами; згодом його було вилучено з ринку.

Селекційна робота з кукурудзою в Україні була розпочата на Харківській селекційній станції з 1908 р. і пройшла шлях від масового добору до гетерозисної селекції з використанням молекулярно-генетичних маркерів для добору батьківських компонентів [7].

У глобальному масштабі генетичні ресурси рослин, їх підтримання у життєздатному стані, збереження генетичної автентичності, поглиблене вивчення господарських та біологічних особливостей, інвентаризація та моніторинг, а також цілеспрямована інтродукція мають велике значення. Генофонд Національного генетичного банку рослин України є цінною і важливою складовою світових генетичних ресурсів рослин, а діяльність у цьому напрямі має важливе значення як для нашої країни, так і для людства в цілому.

Нині проводяться систематичні глибокі дослідження, що охоплюють такі питання, як здатність рослин адаптуватися до мінливих кліматичних умов, генетичні та фізіологічні основи формування високих і стабільних врожаїв, високого загального та специфічного імунітету, виробництва продукції з різним якісним і кількісним складом, здатної задовольнити потреби харчової, фармацевтичної та інших галузей промисловості. Національний центр генетичних ресурсів рослин України розробив системну програму збагачення генетичної спадщини всіх сільськогосподарських культур, включаючи кукурудзу.

Основні підвиди кукурудзи, які вирощуються в Україні:

- Цукрова кукурудза (*Zea mays L. var. Saccharata*), найпоширеніші сорти та гібриди: Рання золота 401, Ароматна, Гібрид Ауріка, Гібрид Акорд 72 і Зоря

123.Сплав МС 290, ДМС Гроно, ДМС Тренд, ДМС 3111, Харківський 195 МВ, Харківський 294М, Харківський 294 МВ, Харківський 295 МВ, Харківський 311 МВ, Харківський 325 МВ, Харківський 340 МВ, ТАР 349 МВ, МЕЛ 272 МВ, Полтава, Іскра МВ, Подих МВ, Лювена, Вимпел МВ, Лелека МВ, Злагода МВ, Ладога.

- Крохмалиста кукурудза (*Zea mays* L. var. *Indentata*), найпоширеніший сорт – Дніпровська 247.

- Зубовидна кукурудза (*Zea mays* L. var. *Indentata*) Найпоширеніші сорти: Сквирська 10, Біола, Зубовидна 2.

- Кремниста кукурудза (*Zea mays* L. var. *Indurata*), найпоширеніші сорти: Віолетта, Кремниста 31.

- Кормова кукурудза (*Zea mays* L. var. *Indentata*), найпоширеніші сорти: Кормова 1, Кормова 2, Кормова 3.

Як бачимо, в Україні вирощується велика кількість сортів кукурудзи, які відрізняються за своїми характеристиками та призначенням.

Важливо вказати на те, що зерна кукурудзи зазвичай жовті або білі у сучасних сортів; інші сорти мають помаранчеві, червоні, коричневі, сині, фіолетові або чорні зерна.

Необхідно зазначити, що зерна розташовані навколо качана; на великому качані може бути до 1200 зерен. Як відомо, жовта кукурудза одержує свій колір завдяки каротиноїдам (жовті, помаранчеві та червоні органічні пігменти); червону кукурудзу забарвлюють антоціани (водорозчинні вакуольні пігменти, які, залежно від їх кислотність, тобто рН, можуть виглядати червоними, фіолетовими, синіми або чорними) та флобафени (червоний пігмент, присутній у околоплодниках деяких сортів кукурудзи) (рис. 2); а оранжеві та зелені сорти в свою чергу можуть містити комбінації цих пігментів[8].



Рис.2 Кукурудза (*Zea mays* var. *Indurata*) з червоним пігментом (флобафен) [9]

Слід врахувати те, що дорослі рослини кукурудзи мають фотоперіодизм короткого дня (рис 3). (Фотоперіодизм – це фізіологічна реакція організмів на тривалість світлового або темного періоду). Тобто їй потрібні ночі певної тривалості для цвітіння. Доцільно відмітити, що для подальшого цвітіння потрібна достатня кількість теплих днів вище 10 С (50 F). Закономірним є те, що контроль цвітіння закладено генетично; у фізіологічному механізмі бере участь система фітохромів. Потрібно пам'ятати

про те, що тропічні сорти можуть бути проблематичними, якщо вирощувати їх у вищих широтах, оскільки довші дні можуть змусити рослини вирости у висоту замість того, щоб сіяти насіння до настання зими. Проте з іншого боку, швидке зростання може бути зручним для виробництва біопалива.

Недозрілі сходи кукурудзи накопичують потужну антибіотичну речовину 2,4-дигідрокси-7-метокси-1,4-бензоксазин-3-он (ДІМБОА), яка в свою чергу забезпечує певний захист від широкого кола шкідників. Варто взяти до уваги той вагомий чинник, що через неглибоке коріння кукурудза чутлива до посухи, відповідно вона погано переносить ґрунти з дефіцитом поживних речовин і її виринають сильні вітри.



Рис. 3 Дорослі рослини *Zea Mays L.* [10]

Варто зауважити, що через величезне економічне значення *Zea Mays L.* підлягає інтенсивній роботі з методами генної інженерії, які призвели до виведення кількох типів трансгенної кукурудзи. Основні розроблені характеристики стосуються стійкості до хвороботворних мікроорганізмів, шкідників, гербіцидів та стійкості до посухи. Модифіковані за цими напрямками рослини кукурудзи нині культивують у багатьох країнах світу.

Висновки. Отже, кукурудза (*Zea Mays*) є однорічною рослиною, якає однією з найважливіших культур для людства у більшості країн світу, зокрема – України. Дослідження генетики кукурудзи призвели до деяких надзвичайно важливих відкриттів (деякі пов'язані з присудженням Нобелівської премії). Ці відкриття прояснили походження та генетичні властивості *Z. mays*, а також надали важливу інформацію для генетики рослин, селекції та ботаніки у цілому. На сьогодні ми маємо незліченну кількість високопродуктивних сортів та гібридів цієї культури адаптованих до умов навколишнього середовища.

Список використаної літератури

1. Авксентьева О. О. Фізіологія та біохімія рослин: малий практикум: навч.-метод. посіб. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2018.с.151.
2. Базалій В. В. Спеціальна генетика. Херсон : Олді-Плюс, 2019.с360.
3. Якубенко Б.Є., Алейніков І.М., Шабарова С.І., Машковська С.П. Ботаніка. Підручник. Київ : Видавництво Ліра-К, 2018.с.436.

4. Січняк О. Л. Генетика з основами селекції рослин: навч. посіб. Одеса:Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2022.с.192.

5. Britannica .Zea: plant genus. URL:<https://www.britannica.com/plant/Zea> (дата звернення 07.03.2024 р.)

6. Комарова І.О. Генетика: навчально-методичний посібник. 2021. 83 с. URL: <http://surl.li/ckq1g> (дата звернення 07.03.2024 р.)

7. Козубенко Л. В.Етапи селекції кукурудзи в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Теоретичні дослідження та практичні досягнення Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН : історія та сьогодення (1908–2018 рр.). Харків : ФОРМ БРОВІН О. В, 2018.С. 482–503.

8. Лановенко О. Г. Генетика: підручник: у 2 ч. Ч. 1: Закономірності та механізми спадковості. Херсон: Херсон. держ. ун-т, 2019.с. 311.

9. Wikipedia. Flint corn. Zea mays var. indurate. URL :https://en.wikipedia.org/wiki/Flint_corn (дата звернення 07.03.2024 р.)

10. Wikipedia. Zea mays. Дорослі рослини. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B7%D0%B0> (дата звернення 07.03.2024 р.).

Вікторія ПРОТАСОВА¹⁹,

студентка 2 курсу,

факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ТЕХНОЛОГІЇ ВНЕСЕННЯ ТРИХОГРАМИ ТА ЇЇ ЕФЕКТИВНІСТЬ У ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ

***Анотація.** У даній статті висвітлено доцільність внесення трихограми на посівах кукурудзи та її ефективність на сільськогосподарську культуру. Наведено характеристики різних видів трихограм, значення трихограми як біологічного методу захисту рослин, обсяг внесення, моніторинг та її підготовка до застосування. Крім того, під час моніторингу виявлено, що впровадження трихограми в окремі господарства є доцільним, через невелику чисельність шкідників, які перевищують поріг економічної шкоди та обмежить використання хімічних препаратів покращивши фітосанітарний стан посівів сільськогосподарських культур та його якість.*

***Ключові слова:** кукурудза, фітофаги, трихограма, шкідливість.*

***Annotation.** This article highlights the expediency of applying trichogram on corn crops and its effectiveness on agricultural crops. The characteristics of different types of trichograms, the importance of trichograms as a biological method of plant*

¹⁹Науковий керівник: Рудська Н.О. кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

protection, the amount of application, monitoring and its preparation for use are given. In addition, during monitoring, it was found that the introduction of trichogram in individual farms is expedient, due to the small number of pests that exceed the threshold of economic damage and will limit the use of chemical preparations by improving the phytosanitary condition of agricultural crops and its quality.

Key words: *corn, phytophages, Trichogramma, harmfulness.*

Вступ. Одним із найпоширеніших засобів біологічного захисту рослин є трихограма, паразит, який паразитично вражає яйця багатьох комах-шкідників, у тому числі багатьох різних видів лускокрилих. Його використання є досить ефективним і розумним. Так, наприклад, у 80-х роках 20 століття трихограму використовували на ріллі в Україні. Ефект від його застосування на рівні хімічних препаратів [1]. Сьогодні в Україні для боротьби з гусеницею стеблового кукурудзяного метелика (*Ostrinia nubilalis* Hub.) на кукурудзі 99% випадків використовують трихограму. Шкідники становлять серйозну загрозу для вирощування широкого спектру живих видів рослин.

Виклад основного матеріалу. В Україні щорічна площа посіву кукурудзи становить близько 5 млн га. Трихограму використовують як великі, так і невеликі господарства. Вирішальним фактором при виборі трихограми як засобу боротьби з кукурудзяною совкою є її вартість. Якщо порівняти вартість комах з популярним сьогодні інсектицидом Кораген, то виявиться, що трихограма дешевше в 7–10 разів. Тільки з ефектом використання комах у навколишньому середовищі останнім часом виникли серйозні проблеми. Краще говорити про його відсутність [6].

Головне питання, як все ж таки працює трихограма? Трихограма знаходить місце кладки шкідника і відкладає там яйця, тим самим знищуючи шкідника в зародковому стані. Вони знищують багатьох шкідників навіть у місцях, недоступних для хімічної обробки. Сама по собі трихограма нешкідлива для рослин, дуже швидко розмножується і зберігає свою дію протягом двох тижнів.

Застосування трихограми має ряд істотних переваг перед хімічними методами захисту рослин:

1. Трихограма не викликає стійкості. При використанні фітохімікатів шкідники та хвороби стають залежними від активного інгредієнта. Розробка нових інсектицидів потребує часу, а старі та небезпечні вилучаються з використання. Наприклад, у 2019 році українським сільгоспвиробникам заборонили використовувати засоби захисту рослин, що містять фосфорорганічні сполуки. Трихограма з кожним роком тільки посилюється.

2. Економічна перевага. Використання пестицидів, у п'ять разів дорожче використання інсектицидів. Щоб активувати культури хімічним шляхом, потрібні значні фінансові витрати. При використанні біологічного засобу вартість значно знижується.

3. Надзвичайно актуальний сьогодні екологічний фактор. Захищена сільськогосподарська продукція Entomophage не містить залишків пестицидів.

4. Висока ефективність методу. Комахи знищують яйця, відкладені комахами-шкідниками, навіть у стовбурах дерев і під землею.

5. Тривалість захисної дії, яка зумовлена високою частотою розмноження трихограми. Трихограма вставлена регенерована, регенерована через 14 днів. Висока біологічна активність при високій температурі.

6. Швидкий ефект при застосуванні.

Види трихограми. Сьогодні у світі описано близько 200 видів трихограми. Особливістю кожного виду є вибіркова здатність заражати яйця тих чи інших комах. За результатами польових досліджень *Trichogramma evanescens* West. є домінантним видом *Trichogramma*, що паразитує на яйцях стеблового кукурудзяного метелика *Ostrinia nubilalis* Hub. в агроценозах кукурудзи (рис 1.). На цей вид припадає близько 95% загального різноманіття видів трихограми, отриманих із яйцеклада стеблових метеликів [4]. На початку 20 століття фахівці Інституту зоології ім І.І. Шмальгаузена НАН України відібрано зразки трихограми, вирощеної в 58 біологічних лабораторіях на території України. Результати показали, що 99% зразків становили *Trichogramma pintoii* Voegelé, і лише в одній лабораторії (в Чернівецькій області) культивували *Trichogramma cacoeciae* Marc. Вид *Trichogramma evanescens* West. під час пошуку виявлено не було. Вже в 1990 році в промисловому виробництві трихограми в Україні не виявлено. На думку деяких науковців (Сорокіна, 2011, Коваленков, 2012), широке використання *Trichogramma pintoii* Voegelé. як універсального виду проти шкідливого комплексу *Lepidoptera* стало причиною низької ефективності застосування трихограми. За відсутності контролю за видами вид *Trichogramma pintoii* Voegelé, випадково занесений у лабораторію, швидко переміг *Trichogramma evanescens* West. На жаль, неконтрольоване варіювання виду трихограми в біологічних лабораторіях набуло масового характеру [5].

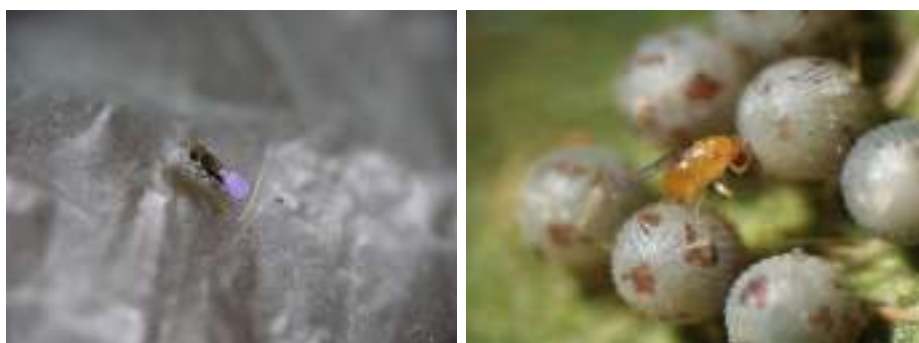


Рис 1. *Trichogramma evanescens* West.

Trichogramma evanescens West. була отримана безпосередньо з паразитованих яйцекладок стеблового метелика, зібраних у природних умовах на посівах кукурудзи в Полтавській області, та надалі розмножена в лабораторних умовах [6].

Trichogramma pintoii Voegelé було взято в одній з біолабораторій в Полтавській області. В лабораторних умовах обидва види трихограми

розмножувалися на яйцях зернової молі (*Sitotrogace rearella* Oliver.), яку використовують в біолабораторіях для промислового розведення трихограми. Встановлено, що в лабораторних умовах *Trichogramma pintoi* V. паразитує лише в 3–5% яєць гусениць, а з інших яєць виходять стеблові (кукурудзяні) гусениці. Самиці іншого виду – *Trichogramma evanescens* West. атакували і розвивали понад 90% наданих яєць, а решта 10% не спостерігали ніякого розвитку гусениць.

Подібний експеримент також проводився в Молдові Г.Ф. Дюрих у минулому столітті. Самиці двох видів трихограми (*Trichogramma evanescens* West. і *Trichogramma pintoi* V.) вибірково паразитують на яйцях стеблових гусениць, капустяної листоїдки та гусениць злакових. Результати досліджень показали, що *Trichogramma evanescens* West. паразитує на 63,3% яєць стеблового шовкопряда, 36,6% яєць капустяного шовкопряда і 3,3% яєць відбірного злакового шовкопряда. Тоді як для виду *Trichogramma pintoi* V. ці показники становлять 14,6% та 60% відповідно [3].

Наведені дані демонструють важливість знання виду трихограми, яку вирощують і пропонують до продажу біологічні лабораторії.

Зберігання трихограми. Відомо, що для отримання необхідної кількості трихограми її вирощують і зберігають у холодильниках біологічних лабораторій до тих пір, поки не знадобляться заходи захисту. Але ця технологічна діяльність також має свої «підводні камені».

Щодо умов і методів збереження трихограми думки розходяться. У 50-х роках минулого століття для короткочасного збереження трихограми було запропоновано підтримувати температуру від +1°C до +3°C. Пізніші дослідження зарубіжних учених показали, що оптимальною для короткочасного зберігання трихограми є температура від +8°C до +10°C. Але попередні та наступні дослідження показали, що зберігання трихограми без діафрагми не може перевищувати одного місяця. При більш тривалому зберіганні якісні показники трихограми різко знижувалися, в тому числі і відсоток паразитів, який був значним при використанні [5].

Моніторинг шкідників дозволить виявити два найважливіші моменти:

1. Чисельність шкідливих видів і потреба в охоронних заходах;
2. Терміни при створенні трихограми.

Гусениця, шкідник, в Україні поширена, але локально.

Поріг економічних збитків від фітофагів, що пошкоджують стебло кукурудзи становить 3 особини за ніч для кожної світлової пастки, що встановлена між рядами кукурудзи.

Агроному слід пам'ятати, що літ кукурудзяної молі в Україні розтягується на місяць. І дуже важливо створити трихограму в перші два тижні після льоту шкідника. Перше застосування трихограми слід проводити після призначення початку льоту і кладки (яйцекладка починається через 3–4 дні від дня початку льоту), друге – через 5–7 днів. Різноманітність застосування трихограми при необхідності можна збільшити. Найбільшої шкоди рослині кукурудзи завдає гусениця, що живиться стеблом кукурудзи пошкоджуючи

його нижче місця прикріплення качана, стебла та самого качана. Пізніше пошкодження (вище кріплення качана) мало вплинуло на врожайність.

Перевірити ефективність застосування трихограми можна, підрахувавши кількість пошкоджень на оброблених і прилеглих до них полях, де трихограма не внесена. Якщо пошкодження мінімальні на необроблених полях, то популяції шкідників нижче економічного порогу, якщо подібні до площ, оброблених неякісно або внесених із запізненням, якщо є різниця – кількість застосувань трихограми та частоту на наступний рік можна налаштувати. **Помилка! Закладку не визначено.**

Дуже часто трихограму застосовують в залежності від кількості особин на гектарі. Але це не зовсім так. Так як яйця шкідника паразитують в самці, необхідно орієнтуватися на цей показник. При дослідженні трихограми в лабораторії завжди вказується частка самиць у зразку. Тому, плануючи кількість застосувань комах, слід враховувати цей показник. Відповідно до рекомендацій ІЗР НАН, випущено трихограму боротьби з кукурудзяною совкою в два етапи: на початку та під час масового відкладання яєць шкідників. Норма для першого випуску – 30–50 тис. самиць на 1 га, для другого – залежно від кількості нерестових особин на 100 рослин; до трьох приплодів – 50 тис., 3–5 – 100 тис., 6–8 – 150 тис., понад 8–200 тис. самиць на гектар. Якщо літній кукурудзяний і бавовняний метелики зберігаються довго, слід обприскувати не менше 3 разів з інтервалом 5–6 днів.

Водночас французькі, швейцарські та німецькі дослідники дійшли висновку, що найкращих результатів при внесенні трихограми проти стеблового метелика було досягнуто при трикратному внесенні по 75–100 тис. самиць/га.

Оскільки останні дослідження щодо використання трихограми було проведено досить давно, й за цей час змінилися способи її застосування, на сьогодні питання кількості та кратності внесення трихограми потребують уточнення дослідним шляхом у сучасних реаліях.

Формулу для розрахунку кількості самиць (С) в 1 г біоматеріалу:

$$C = (П \times В \times Кс) / 10, \text{ де}$$

П – паразитування, %,

В – відродження імаго, %,

Кс – кількість самиць [6].

Наприклад, з біолабораторії отримано трихограму зі стандартними показниками якості: паразитування – 80%, відродження – 90%, кількість самиць – 65%. Кількість самиць (С) розраховується за наведеною вище формулою. Так, в 1 г біологічного матеріалу міститься 46 800 самиць, або близько 50 тис.

Підготовка трихограми до внесення. Ключовим моментом цього прийому є прискорення або стимуляція регенерації трихограми в польових умовах і подальший перехід до розмноження та пошуку яєць шкідника.

За умов низькотемпературного зберігання трихограми її ріст сповільнюється. Тому при винесенні в поле трихограми, яка ще не завершила свій розвиток, велика ймовірність того, що вона буде з'їджена іншими хижими комахами до моменту відродження.

Тому перед введенням біоматеріалу трихограму в конверті поміщали в тепле місце і періодично спостерігали початок відродження трихограми. Потім ці конверти повертають у холодильник перед початком польового застосування. Випуск трихограми відбувається в два етапи:

перший – під час масового льоту або на початку нересту (якщо знайдено);

другий – через 7–8 днів після першого вселення. Роздача трихограми проводиться вранці (5:00 до 10:00) або ввечері (з 18:00 до 22:00) години, або всю ніч за допомогою БПЛ в температурних межах +18 +28°C в теплу, безвітряну погоду.

Однак проблему інтродукції трихограми можна вирішувати більш гнучко, використовуючи різні методи та плани залежно від чисельності шкідника та ситуації. Не варто вносити трихограму на початку масового льоту вихідного метелика, перше внесення можна почати пізніше.

Висновки. Коротко викладено методику виготовлення та застосування трихограм, а також описано основні умови їхньої ефективності:

1) Своєчасність застосування трихограм ентомофагів визначається моніторингом появи шкідників;

2) Визначення типів трихограм;

3) Визначення біологічних показників трихограм (коефіцієнт відродження, коефіцієнт паразитизму, співвідношення статей у культурі);

4) Визначення норми застосування трихограми на основі спостережень за світловими пастками та заселеністю рослин кукурудзи звичайним бобовим метеликом.

Ці рекомендації є загальноприйнятими у виробництві та використанні трихограми в усьому світі.

Хоча ідентифікація видів *Trichogramma* та їх життєздатності, а також моніторинг появи шкідників займає багато часу, переваги є очевидними, якщо врахувати економію коштів порівняно з використанням хімічних засобів захисту рослин. Крім того, моніторинг може виявити, що не варто вносити трихограму на конкретному господарстві, оскільки зараженість шкідником занадто мала, щоб перевищити економічний поріг шкідливості.

Ці дані зі статті свідчать про важливість безпосереднього моніторингу шкідників агрономами на господарствах. У багатьох випадках агрохолденги в тендерних заявках вказують, що моніторинг шкідників має здійснювати компанія, яка розпилює трихограми. На мою думку, це неправильний підхід. Трихограми повинні застосовуватися своєчасно, а не за принципом «хто перший прийшов, той і отримав».

Список використаної літератури

1. Агат Я. В., Семенець Н. О. Біологічний метод захисту рослин – використання трихограми. *Карантин і захист рослин*. 2016. № 1. С. 12–14
2. Технологічний тимчасовий регламент на виробництво товарної трихограми. УААН ІТІ «Біотехніка». 2018. 15 с.
3. Biologichni zasoby zakhystu roslyn ta yikhz astosuvannia. ООО «Tsentr Biotekhnika». 2012. Р 30.
4. Технології використання трихограм. URL:<https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/517-tekhnologii-vykorystannia-trykhohram.html> (дата звернення 14.03.2024 р.)
5. Kot J. 2016. Factor seffectingthe efficiency of *Trichogramma colonization*. 20 Int. Congr. Entomol., FirenzeAng. P. 25–35.
6. Трихограма: біогічний захист рослинчи бізнес на межі афери?URL:<https://www.researchgate.net/profile/> (дата звернення 15.03.2024 р.)
7. Станкевич С. В. Управління чисельністю комах-фітофагів: навчальний посібник. Харків : ФОП Бровін О. В., 2015. 178 с.

Вікторія САФРУНЯК²⁰,

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

ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ РОДУ ГОРОШОК (*VICIA*)

Анотація. В даній статті розглянуто генетичні ресурси роду горошок (*Vicia*) та їх значення у вирощуванні культурних рослин. Висвітлено різноманітність генів, що визначають важливі агрономічні та біологічні властивості, такі як урожайність, стійкість до хвороб та стресів, а також вміст корисних речовин у насінні. Розглядаються аспекти генетичної структури, ефективного використання генетичних ресурсів та методи збереження. Підкреслюється роль генетичних досліджень у вдосконаленні сортів горошку та підвищенні врожайності. Вивчення генетичних особливостей цього роду дозволяє розкрити потенціал для створення нових сортів та використання у сільському господарстві.

Ключові слова: горошок, генетичні ресурси, селекція.

Annotation. This article examines the genetic resources of the pea genus (*Vicia*) and their importance in the cultivation of cultivated plants. The diversity of genes that determine important agronomic and biological properties, such as productivity, resistance to diseases and stresses, as well as the content of useful

²⁰Науковий керівник: Аралова Т. С. кандидат с-г.н., старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослини ВНАУ.

substances in seeds, is highlighted. Aspects of genetic structure, effective use of genetic resources, and conservation methods are considered. The role of genetic research in improving pea varieties and increasing yield is emphasized. The study of the genetic features of this genus allows us to reveal the potential for the creation of new varieties and use in agriculture.

Key words: *pea, genetic resources, selection.*

Вступ. Рід горошок (*Vicia*) включає багато видів рослин, що належать до родини бобових (Fabaceae). Види роду вирощуються в усьому світі на корм, сіно, насіння та силос, багаті білком, мінеральними речовинами, вітамінами та є важливим джерелом грубих кормів у тваринництві. Як і інші бобові, види роду мають здатність фіксувати атмосферний азот, що є важливою характеристикою для стійких сільськогосподарських систем. Ці характеристики сприяють їх використанню як покривних та проміжних культур. Крім того, деякі дослідження підкреслюють потенціал роду горошку у фіторемерації забруднених ґрунтів. Не зважаючи на широке розповсюдження та використання видів роду горошок, дослідження їх генетичної характеристики мінімальні.

Виклад основного матеріалу. Горошок (*Vicia*) дика бобова рослина, яка зазвичай зустрічається на відкритих полях, у минулому була частково одомашнена та культивована. Таким чином, горошок звичайний має культурний потенціал і може слугувати моделлю для вивчення генетичної гетерогенності та одомашнення. Першим кроком є оцінка рівнів генетичної гетерогенності в диких популяціях горошку звичайного. Однак даних про послідовність геномів звичайного горошку немає. Повідомлялося про принаймні три різні числа хромосом ($2n = 10, 12$ і 14).

Сільськогосподарські культури роду горошок (*Vicia* L.) вирощуються в усьому світі на корм, сіно, зерно та силос, багаті білком, мінеральними речовинами, вітамінами та є важливим джерелом грубих кормів у тваринництві. Проте дослідження генетичної характеристики горошку мінімальні [1].

Селекція горошку посівного (ярого) – це процес вибору та розвитку гібридів або сортів горошку, які відповідають певним критеріям продуктивності, якості та стійкості до стресів. Селекція культури спрямована на покращення врожайності та якості продукції, що важливо для забезпечення стабільного виробництва горошку у сільському господарстві. Селекцією горошку посівного (ярого) займаються на даний момент 4 наукових установи в Україні. В Державному реєстрі сортів рослин поширення в Україні станом на серпень 2019 р. було представлено 26 сортів культури. Причому, в останні роки з'явилися сорти іноземної селекції. Але все ж основними є сорти вітчизняної селекції: Інститут кормів та сільського господарства Поділля (м. Вінниця) – 8 сортів, Білоцерківська дослідна селекційна станція (БЦДСС) – 6 сортів, Полтавська державна сільськогосподарська державна дослідна станція (ПДСГДС) та Тернопільський інститут АПВ по 4 сорти. Серед сортів горошку посівного (ярого) найурожайнішими за виходом насіння є Володимир – 2,45 т/га, Аріадна, Знахідка – по 2,30 т/га, Новий Белград – 2,20 т/га та

Білоцерківська 1,0–2,28 т/га. Найстійкішими до хвороб є сорти Озіряна, Південнобузька, Діоніс, Наталка, Лтава, Подільська рання, Веснянка, Віннер; до посухи – Надія Поділля, Подільська рання, Лтава, Веснянка, Наталка; до вилягання – Аріадна, Наталка та Озіряна; до осипання насіння – Знахідка, Аріадна, Веснянка, Подільська рання [2].

Селекція горошку посівного (озимого) – це процес вибору та розвитку гібридів або сортів горошку, які можуть успішно виростати з насіння висіяного восени і давати врожай на наступний рік. Цей процес включає в себе роботу з різноманітністю генетичних матеріалів для створення сортів, які мають високу стійкість до низьких температур, швидкий розвиток та відмінну врожайність у весняний період. Серед сортів горошку посівного (озимого), внесених до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні на 2022 рік, найвищою урожайністю насіння та зимостійкістю відзначався сорт Лебедина пісня – 2,02 т/га, найбільш посухостійкими були Лебедина пісня та Перлина, найстійкішими до хвороб – сорт Неопланта, а до вилягання рослин – Перлина.

Найпоширеніші види горошку.

Горошок посівний (озимий) (рис.1) – цінна кормова культура, яка поєднує в собі такі важливі якості: посухостійкість, скоростиглість, високий вміст білка, поживні якості. Дана культура може використовуватися на ранній силос, зелений корм, сінаж, сіно, трав'яне борошно. За поживними перевагами не поступається люцерні. Культуру доцільно висівати у суміші з озимим житом, озимою пшеницею, озимим тритикале. У сумішах із цими культурами можна отримати врожай до 30,0–40,0 т/га. Висівається звичайним способом на глибині 3–6 см. Норма висіву – 70 кг/га в суміші з житом. За наших кліматичних умов оптимальні терміни сівби 20–30 серпня. Горошок озимий не надто вимогливий до тепла. Її насіння проростає при температурі 2–3 °С, сходи мають здатність витримувати заморозки до мінус 5–6 °С. У нас використовують на посів такі сорти: Українська, Чорноморська, Чернігівська, Вусата. Культура дуже вибаглива до ґрунтів і вологи. Використовують її також у суміші із суданкою та кукурудзою. Збирання врожаю на зелену масу відбувається у фазу бутонізації рослини до виколювання злаків. Її набір хромосом також має значення $2n=12$. Також важливо відзначити, що у деяких сортів горошку озимого можуть зустрічатися деякі відмінності у кількості хромосом або варіантах залучених генів [3].



Рис.1. Горошок посівний (озимий)[3].

Горошок посівний (ярий) (*Vicia sativa*) (рис 2.) – найпоширеніша в Україні вологолюбна та холодостійка однорічна бобова кормова трава. За кормовою цінністю має високі показники порівняно з багаторічними бобовими травами: 100 кг сухої маси відповідає 46 корм.од.і містить у собі 123 г протеїну, що перетравлюється, на кожен кормову одиницю. Дає високі врожаї зеленої маси до 30,0–40,0 т/га, сіна– 6,5–8,5т/га. Насіння потрібно висівати у суміші з горохом, вівсом, капустяними культурами. Висівають звичайним вузькорядним способом на глибину 4–6 см. Перші паростки помітні через 7–10 діб. Норма висіву насіння 100–150 кг/га, а для сумішок норма–90–110 кг/га. Насіння проростає при температурі 2–3 °С, а сходи стійкі до заморозків: мінус 5–6 °С і нижче. Горошок посівний (ярий) має можливість добре рости на слабко-кислих та нейтральних ґрунтах. Вибаглива до рівня вологи. При вирощуванні на зелений корм її можна висівати в кілька термінів: у ранні–у суміші з вівсом, у пізні – суміш із суданкою та ін.Збирати врожай на зелений корм та сіно починають у період повного цвітіння культури (бутонізації), на силос та сінаж – у фазі сизих бобів.Зберігати насіння рекомендують при вологості не більше 15%. Найпоширеніші сорти: Прибузька, Подільська, Маргарита, Багатоплідна [4]. Каріотип *Vicia sativa* складається з 5, 6 або 7 хромосом, причому шість (n=6) є найпоширенішими та найкраще описаними. Геном *Vicia sativa* має відносно великий розмір геному (1,75 Гб) через велику кількість повторюваної ДНК. У 2021 році було опубліковано високоякісну збірку геному на хромосомному рівні сорту Studencia (n=6). Сорт Studencia має 53 318 генів, що кодують білок. Порівняння послідовності всього геному показало, що *Vicia sativa* найбільше споріднена з горохом. Як відомо, високоякісна послідовність геному полегшує застосування редагування геному та геномного відбору для здорових, високоврожайних сортів [5].



Рис.2. Горошок посівний ярий [4].

Горошок бенгальський (*Vicia benghalensis*) (рис.3) – це витка багаторічна рослина 20–80 см заввишки. Листки складаються з 10 пар листочків, до 3 см в довжину. Кластери 4–10(12) см з 4–13(20) квітів, які майже одночасно дозрівають. Квіти 10–18 мм. Віночок пурпурово-червоний, більш-менш білуватий при основі, дуже темний на вершині. Плоди 22–35 × 7–11 мм, запушені, з 2–5 насінинами. Насіння 4–5 мм. Країни поширення: Північна Африка, Алжир, Південна Європа, Греція, Італія, Франція, Португалія,

Гібралтар, Іспанія (включаючи Балеарські острови, Канарські острови). *Vicia benghalensis* має $2n=12$ хромосом у своєму наборі [6].

Горошок малоазійський, горошок віфінський (*Vicia bithynica*) (рис.4–5), вид рослин поширений у Середземноморському регіоні й Західній Азії. Однорічна, помірно волосиста чи майже гола, висхідна чи витка рослина 15–65 см заввишки.



Рис 3. Горошок бенгальський[6].

Листочки гострі й загострені, на верхніх стеблах листки лінійно-ланцетні, до 4 см завдовжки, на нижніх стеблах округло-яйцюваті, 1–3 см завдовжки; прилистки з довгими, на верхівці шилоподібними зубцями. Період цвітіння: березень – червень. Квітки 16–20 мм, зазвичай двоколірні, пурпурно-білуваті. Чашечка 9–11 мм. Боби вузько-довгасті, $25-40 \times 7-11$ мм, з вигином, \pm запушені, краї війчасті. Поширений у Середземноморському регіоні й Західній Азії від Португалії до Афганістану; росте зазвичай у відкритих і порушених місцях проживання; на висотах від 0 до 1250 метрів. В Україні вид зростає у світлих лісах, чагарниках – у гірському Криму, переважно в нижньому поясі південного макросхила Горошок Віфінський, має 14 хромосом у своєму геномі. Це рослина, яку часто використовують у генетиці для вивчення законів спадковості [7].



Рис. 4–5. Горошок малоазійський [7]

Горошок паннонський (*Vicia rannonica*) (рис.6) – вид рослин поширений у західній Азії. Однорічна трава. Стебла до 100 см, прямостійні, висхідні або лежачі, кутові. Листки 30–66 мм. Квітковий віночок жовтий або фіолетово-відмічений, а зворотний бік (великий верхній пелюстка) покритий м'якими волосками. Насіння 3–4 мм, коричневе, \pm мармурово темно-коричневе $2n = 12$.

.Поширений у західній Азії, середній і південній Європі, інтродукований та натуралізований в інших місцях [8].



Рис 6. Вика паннонська[8]

Горошок тонколистий (*Vicia tenuifolia*) (рис 7–8) – багаторічна трав'яниста рослина 80–200 см завдовжки. Квітконоси з китицею зазвичай майже вдвічі довшою листків. Листочки розташовані в 2 площинах, орієнтованих під гострим кутом один до одного. Віночок 12–15 мм довжиною. Поширений у більшій частині Європи, в Азії та Північній Африці (Алжир, Марокко). В Україні зростає на сухих луках, степових схилах, в чагарниках – в Лісостепу і Степу. Має 14 хромосом у своєму геномі [9].



Рис.7–8.Горошок тонколистий[9].

Горошок великоцвітковий – поширений у західній і середній Азії, середній, південно-східній і південній Європі. Однорічна рослина, запушенарідко гладка, стебла заввишки до 60 см, висхідні, біля основи бідно розгалужені. Насіння неправильної кулястої, сочевичної форми, 3.5–4.5 × 3.2–3.6 мм; поверхня гладка, тьмяна, блідо-коричнева, одноколірна або з безліччю чорних плям. Має хромосомний набір – 2n=14. Поширений у західній і середній Азії, середній, південно-східній і південній Європі; інтродукований на сході США [9].

Глобальне вирощування видів горошку обмежене через антипоживні сполуки в насінні, хоча її вирощують у посушливих сільськогосподарських зонах в Австралії, Китаї та Ефіопії через її посухостійкість і дуже низьку потребу в поживних речовинах порівняно з іншими бобовими. Варто врахувати, що в цих сільськогосподарських зонах культуру вирощують як зелене добриво, корм для худоби або сівозмінну культуру. Важливо вказати, що загальні оцінки площ виробництва культурних видів роду значно відрізняються

через відсутність офіційної системи оцінки. Однак поточні оцінки вирощування в Австралії коливаються від 400 до 600 000 гектарів (1500 000 акрів) на рік.

Висновки. Отже, видироду горошок вирощується в усьому світі на корм, сіно, зерно та силос, багаті білком, мінеральними речовинами, вітамінами та є важливим джерелом грубих кормів у тваринництві. Біорізноманіття рослин у світі, його збереження та перспективи практичного використання стають все більш актуальною дилемою ХХІ століття. Завдяки своїм економічним та екологічним перевагам горошок зараз широко поширений в багатьох частинах світу, тому дослідження його генетичних ресурсів є надзвичайно актуальними.

Список використаної літератури

1. Січняк О. Л. Генетика. Херсон: «Олді-плюс», 2018. 148 с.
2. Колісник А.В. Аналіз сортового складу горошку посівного (ярого) у державному реєстрі сортів рослин придатних для поширення в Україні. *Збалансований розвиток агроecosистем України: сучасний погляд та інновації*: матеріали ІІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції. Полтава. 2019. 115 с.
3. Ткачук О., Вергелес В. Насіннева продуктивність та екологічна стійкість сортів горошку посівного. *Збірник наукових праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого «Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України»*. 2022. № 30 (44). С. 169-177.
4. Вика посівна (озима, ярова). Група Компаній Насіння. 2014.
5. Авксентьева О. О. Фізіологія та біохімія рослин: малий практикум: навч.метод. посіб. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2018. 151 с.
6. Вика посівна (озима, ярова). URL:<http://agro-semena.com.ua/uk/produkcija/57-vika-posivna.html> (дата звернення 24.03.2024).
7. Горошок бенгальський. Енциклопедія рослин. URL:https://www.picturethisai.com/ru/wiki/Vicia_benghalensis.html (дата звернення 24.03.2024).
8. *Plants of the World Online*. Kew Science. Архіворигіналуза 12 січня 2020. Процитовано 04.02.2023. (дата звернення 24.03.2024).
9. Кобів Ю. *Vicia rannonica*. Словник українських наукових і народних назв судинних рослин. Київ : Наукова думка, 2004. 800 с.

Іван СЕДОВ²¹,
студент 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ТОЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ В УКРАЇНІ

***Анотація.** В даній статі теоретично узагальнено та висвітлено питання використання та перспективи використання його в Україні. Встановлено, що точне землеробство може принести такі ключові соціальні, економічні та екологічні переваги всім зацікавленим сторонам, як мінімізація витрат ферми через контрольоване застосування сільськогосподарських ресурсів, зростання рівня виробництва завдяки цілеспрямованому внутрішньопольовому управлінню і точне застосування агрохімікатів, наприклад, добрив, що також підвищить відповідність національному природоохоронному законодавству. Однак, зрештою, саме уявлення аграріїв про переваги, котрі пов'язані з новою технологією, регулює процес впровадження точного землеробства.*

***Ключові слова:** точне землеробство, глобальна система позиціонування, безпілотні літальні апарати, супутникові дані*

***Annotation.** This article theoretically summarizes and highlights the issue of its use and prospects for its use in Ukraine. It has been established that precision agriculture can bring key social, economic and environmental benefits to all stakeholders, such as minimizing farm costs through controlled use of agricultural inputs, increasing production levels through targeted in-field management and precision application of agrochemicals such as fertilizers, which will also increase compliance with national environmental legislation. However, in the end, it is the farmers' perception of the benefits associated with the new technology that governs the process of implementing precision agriculture.*

***Key words:** precision agriculture, global positioning system, unmanned aerial vehicles, satellite data*

***Вступ.** Точне землеробство є підходом до управління, який зосереджується на спостереженні, вимірюванні та реагуванні на мінливість культур, полів і тварин. Відповідно саме це в свою чергу може сприяти підвищенню врожайності сільськогосподарських культур і продуктивність тварин, знизити витрати, включно з оплатою праці, і оптимізувати витрати на процес. Як відомо, усе це може допомогти збільшити прибутковість. Водночас точне землеробство може сприяти підвищенні безпеки праці та зменшити вплив сільського господарства та методів ведення сільського господарства на*

²¹Науковий керівник: Ціцюра Я.Г. кандидат с.-г. наук, доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ.

навколишнє середовище, таким чином сприяючи стійкості сільськогосподарського виробництва.

Виклад основного матеріалу. Точне землеробство є загальним терміном для використання сучасних технологій, що керуються даними, для вирощування сільськогосподарських культур. Варто врахувати, те, що порівняно з традиційними методами точне землеробство має багато переваг. Впровадження точних технологій може зіграти важливу роль у розумінні місцевих типів ґрунтів, покращенні якості ґрунту, прийнятті реалістичного вибору культур, управлінні часом зрошення, посіву та збору врожаю, плануванні та застосуванні боротьби з хворобами, шкідниками та бур'янами, внесенні поживних речовин, моніторингу, а також прогнозуванні врожайності. Слід наголосити на тому, що точне землеробство забезпечує краще розуміння просторових вимог конкретної сільськогосподарської території, яке можна поєднати з високоточними інструментами підтримки прийняття рішень. Застосування цих інструментів запобігає марнотратним діям і надає інформацію для своєчасного управління. Оптимізуючи використання води, хімікатів та енергії, точне землеробство зменшує вразливість галузі до зміни клімату, особливо враховуючи посухи, екстремальні погодні явища та шкідників і хвороб, котрі пов'язані з кліматичними змінами. Як відомо, точне землеробство сприяє раціональним рішенням щодо того, скільки добрив, коли обприскувати, коли поливати (і скільки) можна приймати за допомогою систем підтримки прийняття рішень, пов'язаних із обладнанням у полі. Відповідно це в свою чергу дозволяє фермерам дистанційно контролювати важливі процеси, заощаджуючи час, енергію та ресурси. Це не тільки підвищить урожайність, але й дасть точне прогнозування, яке призведе до відповідних і своєчасних дій. Саме це забезпечує більшу гнучкість у адаптації всього врожаю до екстремальних погодних явищ, оскільки прогнози та інші керовані даними екологічні фактори можуть бути сформульовані та оновлені в режимі реального часу [1].

Необхідно зазначити той вагомий чинник, що технології, які використовуються в точному землеробстві, постійно розвиваються. ІТ обчислювальні технології (IoT), аналіз великих даних, штучний інтелект (ШІ) і машинне навчання можуть бути використані, оптимізовані та об'єднані для прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Крім того, збільшення доступності супутникових зображень високої роздільної здатності (просторових, спектральних і часових) сприяло використанню дистанційного зображення також і для сільського господарства.

Загальновідомо, що технології точного землеробства зі своєї сторони вимагають інтеграції програмного та апаратного забезпечення на трьох різних просторових рівнях:

- *Земля:* важливо зазначити, що на цьому рівні фізичні дії виконуються локально за допомогою сільськогосподарської техніки, іригаційного обладнання або активного чи пасивного обладнання виявлення. GPS (Глобальна система позиціонування) використовується з наземним обладнанням для збору інформації про місцезнаходження в реальному часі, що в свою чергу дозволяє

створювати карти зрошувальної системи, полів і навколишнього ландшафту. Відповідно це також може допомогти локалізувати проблемні зони (від затоплення до спалахів шкідників). GPS також може керувати трактором або надавати конкретні карти внесення насіння чи добрив, інтегровані з відповідним обладнанням (рис 1).



Рис 1. GPS (Глобальна система позиціонування) керування трактором

- *Антенна:* безпілотні літальні апарати (дрони) або пилові (пиловики), які вже використовуються для зрошення, обприскування або посіву, – можуть використовуватися для моніторингу або виявлення відбивних властивостей культур шляхом підключення камери з мультиспектральними, гіперспектральними або тепловими датчиками (рис 2). Відбиваючі властивості рослин вказують на дуже поширені проблеми в сільському господарстві, такі як густина бур'янів, поширеність хвороб чи шкідників, дефіцит поживних речовин тощо.



Рис 2. Безпілотні літальні апарати (дрони)

- *Супутник:* подібно до вищезазначеного, супутники в свою чергу можуть спостерігати за більшими шаблонами рівня ландшафту. Цей моніторинг зазвичай здійснюється у більшому просторовому масштабі ніжчою роздільною здатністю, ніж повітряні дрони, які можуть спостерігати за властивостями землі та регіональними погодними умовами для прогнозування та визначення індексів рослинності. Дані із супутників можна отримати з відкритих джерел і таких служб, як CopernicusLandMonitoringService (рис 3) [2].

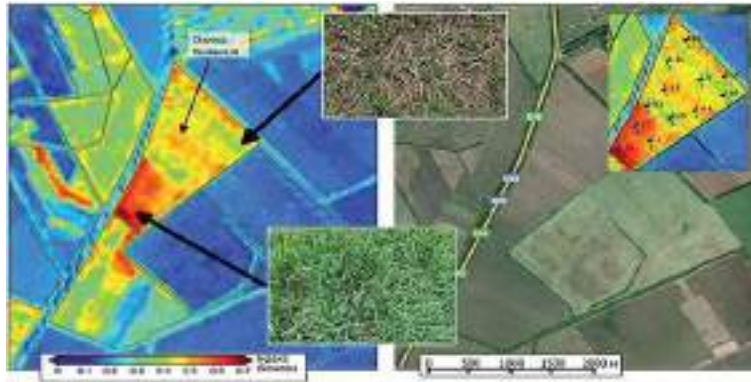


Рис 3. Дані супутника [2].

Таким чином, варто вказати на те, що точне землеробство на основі Інтернету речей використовує різні технології, такі як GPS, геоінформаційних систем (ГІС), датчики, аеропристроїабокартографування полів, щоб оптимізувати процеси управління врожаєм, збільшити рівень виробництва та підвищити прибутковість. Точне землеробство зі своєї сторони також оптимізує використання таких традиційних ресурсів, як електроенергія, паливо та вода, сприяючи сталому розвитку сільського господарства.

Досить несподівано світова спільнота наприкінці 2019 року опинилася під величезним впливом світової епідемії коронавірусу (COVID-19). Україна та її економіка, як невід’ємна частина світового господарства, також зазнали значного впливу. Таким чином, у відповідь на пандемію COVID-19 відбулися значні зміни як у характері економічного розвитку, так і в його структурі. Відбулася зміна мотивації поведінки та ділової активності переважної більшості людства. Визначальним фактором була не економічна доцільність, на відміну від усіх історичних періодів, а мотив обережності в умовах пандемії. Тобто, з одного боку, відбулися трансформації вподобань і пріоритетів у домашньому, офісному житті та потребах бізнесу, що відповідним чином вплинуло на споживання (зокрема, зниження попиту на товари та послуги не першої необхідності), а отже, і на виробництво. З іншого боку, змінилася інтенсивність використання коштів, яка суттєво знизилася і поступилася місцем «утримуванню» коштів (максимальна споживча обережність у витратах на фоні невизначеності як короткострокових, так і довгострокових перспектив отримання доходу). Хоча «утримання» коштів не повною мірою співвідноситься з класичним розумінням схильності до заощаджень, однак така поведінка суттєво вплинула на природу інфляції та її зв’язок з монетарними факторами. Крім того, збереження макростабільності змінило структуру депозитів населення, зокрема збільшивши вагу депозитів до запитання на рахунках населення [3].

Однією з пріоритетних галузей в Україні є сільське господарство, але водночас воно є одним із найбільш консервативних та радикально мінливих завдяки сучасним технологіям. Інновації торкаються технологій, підходів до землеустрою, методів прогнозування врожайності та бізнес-процесів. Йдеться не лише про найсучасніші комбіновані чи економічні системи поливу. Інтернет речей, аналіз великих даних і хмарні сервіси також серйозно впливають на

сільське господарство, формуючи нову філософію під назвою точне землеробство. Інновації Індустрії 4.0, які все більше проникають у всі сфери економіки, також мають значний вплив на сільське господарство та змушують як фермерів, так і великі агрохолдинги та кооперативи вибирати між принципом «ми так споконвіку» та новітніми підходами. Особливо це є актуальним в сучасних умовах під час повномасштабної війни, котра спричинена агресією Росії.

Точне землеробство – це набір методів управління, спеціалізованих стратегій та інноваційних технологій, які в свою чергу допомагають приймати керовані даними управлінські рішення, що призводить до підвищення ефективності використання ресурсів, зниження сільськогосподарських витрат і зниження впливу сільськогосподарського виробництва на навколишнє середовище. Відповідно це новий підхід до розвитку сільського господарства, пов'язаний з використанням ГІС, глобального позиціонування, бортових комп'ютерів, механізмів управління, що дозволяють диференціювати способи обробітку ґрунту, норми внесення добрив, хімічних меліорантів і засобів захисту рослин. Проте донедавна можна було говорити лише про поодинокі господарства, де активно застосовувалися технології точного землеробства.

Сьогодні таких агроформувань, у тому числі кооперативів, в Україні налічується не менше кількох десятків. Хоча ці технології впроваджуються не так швидко, як в Азії, Північній Америці чи Європі, на це є об'єктивні причини. Отримання економічної вигоди від впровадження нових технологій є одним із головних факторів, що впливають на їх поширення та впровадження, але слід також мати на увазі, що не всі фермери віддають перевагу максимізації прибутку, а отже, переваги, отримані від конкретної технології, відрізнятимуться між фермерами. Крім того, особливо для нових технологій, об'єктивна оцінка пов'язаної з нею економічної вигоди є обмеженою, відповідно тому саме сприйняття представниками агробізнесу цієї вигоди впливатиме на їх поведінку під час впровадження таких інструментів. Якщо прийняття фермерами нових технологій базується виключно на економічних вигодах, це означало б, що всі вони рівні й використовують технологію одночасно [4].

Доцільно врахувати те, що на сьогоднішній день переваги застосування технології точного землеробства в Україні досить добре вивчені багатьма авторами, і загальна думка полягає в тому, що застосування точного землеробства забезпечує стійку інтенсифікацію сільськогосподарського виробництва та водночас зменшує його вплив на навколишнє середовище.

В Україні доступні технології точного землеробства. Є багато українських стартап-компаній, які надають послуги точного землеробства, такі як зображення дронів, тестування ґрунту та картографування ґрунту. Великі сільськогосподарські компанії, такі як «Кернел», експериментували з рядом технологій точного землеробства, включаючи: використання супутникових зображень, картування врожайності, інтенсивний відбір проб ґрунту та технологію змінної норми для добрив і насіння. Немає офіційної статистики щодо впровадження точного землеробства в Україні, але всі вказують на те, що,

окрім глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS), впровадження технологій з використанням точного землеробства є дуже обмеженим [5].

Висновки. Отже, точне землеробство може принести такі ключові соціальні, економічні та екологічні переваги всім зацікавленим сторонам, як мінімізація витрат ферми через контрольоване застосування сільськогосподарських ресурсів; зростання рівня виробництва завдяки цілеспрямованому внутрішньо-польовому управлінню; і точне застосування агрохімікатів, наприклад, добрив, що також підвищить відповідність національному/глобальному природоохоронному законодавству. Однак, зрештою, саме уявлення аграріїв про переваги, котрі пов'язані з новою технологією, регулює процес впровадження точного землеробства.

Список використаної літератури

1. Бойко М. О. Органічне виробництво – пріоритетний аспект екологічного розвитку країни. *Екологічний стан навколишнього середовища та раціональне природокористування в контексті сталого розвитку* : матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції (26–27 жовтня 2023, м. Херсон) ХДАЕУ. Одеса: Олді, 2023. С. 29-32.

2. Водянка Л. Д., Юрій Т. П. Цифровізація та цифрова платформа в економічному розвитку аграрного сектору. *Економіка АПК*. 2020. № 12. С. 67–73.

3. Гринюк О. І. Цифрова трансформація суб'єктів господарювання у контексті концепції industry 4.0: сучасні тенденції, бар'єри та ризики впровадження. *Ефективна економіка*. 2021. № 5. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=8907> (дата звернення: 10.03.2024).

4. Розвиток точного землеробства у світі та його вплив на сільське господарство. URL: <https://hub.kyivstar.ua/articles/rozvytok-tochnogo-zemlerobstva-u-sviti-tajogo-vplyv-na-silске-gospodarstvo> (дата звернення: 10.03.24).

5. Третяк А. М., Москаленко А. М., Ляшинський В. Б. Світові та українські тенденції розвитку нетрадиційного сільськогосподарського землекористування. *Агросвіт*. 2022. № 3. С. 19–30.

Вадим ШАФРОСТ²²,
студент 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ СОНЯШНИКУ (*HELIANTHUS ANNUUS* L.)

Анотація. У статті проведено комплексний аналіз генетичних ресурсів соняшнику (*Helianthus annuus* L.), що відображається у ретельному огляді основних аспектів генетичного різноманіття цього ключового культурного виду рослин. Досліджено різноманітність генофонду соняшнику, ідентифіковано ключові гени та маркери, що визначають важливі характеристики соняшнику, такі як стійкість до патогенів, врожайність та якість насіння. У статті також охоплено аспекти збереження та раціонального використання генетичних ресурсів соняшнику з метою подальшого поліпшення сортів та гібридів та забезпечення стабільного виробництва. Здійснено аналіз перспективних напрямів в селекційній роботі та використанні молекулярних методів для підвищення продуктивності та стійкості цієї важливої культурної рослини.

Ключові слова: соняшник, ключові гени, генетичні ресурси.

Annotation. The article carries out a comprehensive analysis of the genetic resources of sunflower (*Helianthus annuus* L.), which is reflected in a thorough review of the main aspects of the genetic diversity of this key cultivated plant species. The diversity of the sunflower gene pool was studied, and key genes and markers that determine important characteristics of sunflower, such as resistance to pathogens, yield and seed quality, were identified. The article also covers aspects of conservation and rational use of sunflower genetic resources with the aim of further improving varieties and ensuring stable production. An analysis of promising directions in breeding work and the use of molecular methods to increase the productivity and stability of this important cultivated plant was carried out.

Key words: sunflower, key genes, genetic resources.

Вступ. Соняшник (*Helianthus annuus* L.) є одним із найважливіших культурних рослинних видів, який займає центральне місце у світовому сільському господарстві через своє значення як джерело олії, біомаси та високоякісних біологічних продуктів. Генетичні ресурси виду стали об'єктом інтенсивних наукових досліджень та використання його генетичного потенціалу для покращення врожайності, стійкості до стресових умов, а також якості продукції.

Метою даної наукової роботи є систематизація та аналіз генетичних ресурсів соняшнику (*Helianthus annuus* L.) з метою розкриття їхнього

²²Науковий керівник: Аралова Т.С. кандидат с.-г. наук, старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

потенціалу для поліпшення сортів, збільшення врожайності та стійкості до стресових умов середовища. Робота передбачає огляд наявних даних щодо генофонду соняшнику, визначення ключових генетичних маркерів, використання генетичних ресурсів соняшнику для підвищення його продуктивності та стійкості до стресових факторів.

Виклад основного матеріалу. Одним з найбільш поширених видів і має велике господарське значення як культурна рослина. Він належить до родини Айстрові (*Asteraceae*), до якої також належать айстри, осокори та маргаритки. Соняшник складається з 34 хромосом, що визначається його геномом. Геном – це повна генетична інформація, яка міститься у клітинах організму. Щодо походження виду соняшника, археологічні дослідження та генетичні дослідження свідчать про те, що соняшник вирощували вже близько 3000 років тому в регіоні Північної Америки. Вважається, що він походить з Мексики та Північної Америки, а пізніше розповсюдився по всьому світу завдяки своїм корисним властивостям та високому врожайності. Звичайний соняшник є однорічною рослиною, яка вирощується для отримання насіння та олії, а також як декоративна рослина. Його великі жовті квіти здатні слідувати за сонцем, що є однією з визначних рис цієї рослини (рис. 1).

Генетичне різноманіття соняшнику (*Helianthus annuus* L.) визначається широким спектром варіацій, які впливають на його агрономічні характеристики, включаючи стійкість до патогенів, врожайність та якість насіння. Дослідники ідентифікували ключові гени та маркери, які відіграють вирішальну роль у визначенні цих властивостей.

Однією з основних властивостей, на яку звертається увага у дослідженнях генетичних ресурсів цього виду, є його стійкість до патогенів. Генетичні дослідження дозволили встановити ряд генів, які відповідають за імунітет та реакцію на різні патогени. Зокрема, гени, що кодують фактори опору до грибкових та вірусних інфекцій, виявлені як ключові визначники стійкості соняшнику до захворювань [1].



Рис. 1 Helianthus annuus L. [2]

По-друге, врожайність соняшнику тісно пов'язана з його генетичним складом. Сучасні біотехнології, такі як CRISPR/Cas9, дозволяють дослідникам змінювати генетичний матеріал соняшнику з точністю. Прикладами можуть бути такі види, як: сорт «Hysun 33» – відомий своєю високою врожайністю та

доброю стійкістю до хвороб. До впровадження технології CRISPR/Cas9, він мав середній вміст жирів та білків у насінні. Також відомий своєю стійкістю до посухи та хорошою адаптацією до різних кліматичних умов сорт соняшника «Pioneer 55H80». До впровадження технології CRISPR/Cas9, вони мали середній вміст жирів та білків у насінні [3].

Важливо також зазначити, що розмір насіння є ще одним важливим аспектом якості, який може впливати на його врожайність та пристосованість до вирощування в різних умовах. Наприклад, більші насіння можуть мати більшу запасну енергію та краще проростати в почві, що може позитивно позначитися на початковому розвитку рослин та загальній врожайності (рис. 2).



Рис. 2. Порівняння розмірів насіння різних сортів [4, 5]

Крім того, якісні характеристики насіння, такі як вміст білка та амінокислот, можуть мати велике значення в харчовій промисловості та для розвитку нових сортів рослин з покращеними харчовими властивостями. Для цього важливо використовувати сучасні методи генетичної модифікації, які дозволяють впливати на склад та якість продукції, забезпечуючи високий рівень врожаю та відповідність стандартам якості.

Наприклад, одним з відомих сортів насіння є Кастел– гібрид соняшнику, розроблений з використанням сучасних гібридних технологій. Він відзначається високою врожайністю, стійкістю до захворювань та відмінною якістю насіння. Також, сорт Міріам, який вирізняється особливо високим вмістом олії у насінні, що робить його дуже популярним серед виробників олії.

Дикий соняшник (*Helianthus annuus*) є важливим джерелом генетичних ресурсів, які мають великий потенціал для покращення комерційних сортів. Його унікальні генетичні характеристики можуть бути використані для розвитку нових сортів соняшника з покращеними властивостями, такими як стійкість до стресових умов, хвороб та шкідників.

Важливо зазначити, що дикий соняшник може мати в собі генетичні властивості, які забезпечують йому стійкість до неблагоприятних умов середовища, таких як посуха, низькі температури, а також до різних хвороб і нападів шкідників. Ці генетичні характеристики можуть бути вкрай корисними для селекційної роботи, оскільки вони можуть бути використані для створення

нових сортів соняшнику, які будуть мають підвищену стійкість до різних агроекологічних умов та захворювань (рис. 3) [6].



Рис. 3. Helianthus annuus [6]

Продовжуючи дослідження генетичних ресурсів соняшнику, було виявлено, що багато генів відповідають за властивості соняшнику, є полігенними. Такі гени включаються в різноманітні біологічні процеси, як: фотосинтез, фізіологічний розвиток рослини та метаболічні шляхи.

Вивчення генетичних ресурсів соняшнику спрямоване на розуміння цих складних взаємозв'язків між генотипом і фенотипом, що може сприяти подальшому покращенню сортів соняшнику через селекцію та генетичний інженеринг.

Селекція допомагає створити стійкі види соняшнику до стресових умов. Ефективність процесу значно залежить від допосівної діагностики генетично детермінованої стійкості до рослини-паразита. Використання ДНКмаркерів до гена дає змогу скоротити терміни тестування стійкості генотипів соняшнику, а також, що важливо в селекції, проводити такий аналіз на будь-якій стадії розвитку рослини. Прикладом може бути вовчок, рослина-паразит, в Україні поширена раса С (молдавська), стійкість до якої пов'язана з захисною реакцією в судинах коренів і контролюється одним домінантним геном Or 3 [7].

Використання молекулярних методів, таких як ДНК маркери, виявилось дуже ефективним у цьому процесі. Це дозволяє ідентифікувати специфічні генетичні характеристики, пов'язані зі стійкістю до паразитів, на ранніх стадіях розвитку рослини. Тому, селекціонери швидко та точно можуть визначати найбільш перспективні генотипи для подальшого використання в селекційній роботі. Наприклад, під час використання ДНК маркерів можна виявити конкретні гени, які відповідають за стійкість до певних паразитів чи стресових умов. Впровадження цих маркерів у селекційну програму дозволить підвищити ефективність відбору та прискорити процес отримання нових сортів соняшника з покращеною стійкістю до паразитів.

Застосування молекулярно-генетичних методів у вивченні генетичних ресурсів соняшнику відкриває нові можливості для швидкої і точної оцінки генетичного різноманіття та ідентифікації корисних генетичних властивостей.

Це дозволяє виконувати швидку та точну оцінку генетичного різноманіття на різних рівнях організації геному, від окремих генів до повних хромосомних комплектів, включають в себе аналіз різних генетичних маркерів, таких як поліморфізмоднонуклеотидних поліморфізмів (SNP), мікросателіти та інші молекулярні маркери. Цей метод дозволяє встановлювати ступінь генетичної різноманітності та розуміти еволюційні та селекційні процеси, що впливають на культуру. Ідентифікація генетичних маркерів стійких до хвороб, які пов'язані зі витримкою соняшнику до патогенів, таких як грибки або віруси. Також вивчення врожайності соняшнику та якості насіння допомагає в розробці нових сортів, що мають покращені властивості врожайності та якості. Дослідники звертають увагу на адаптивну властивість соняшнику до стресових умов, таких як посуха або холод. Ці всі види генетичних маркерів дозволяють створити сорти, які будуть найкраще пристосовані до різних умов перебування [8].

Висновки. Таким чином, генетичні ресурси соняшнику (*Helianthus annuus* L.) є важливим елементом для підтримки сталого розвитку сільського господарства та забезпечення продовольства та енергії в умовах змін клімату та зростаючих викликів. Дослідження генетичних ресурсів соняшнику дозволяє розуміти різноманіття сортів та визначати їхні ключові генетичні властивості, такі як стійкість до захворювань, врожайність та якість насіння.

Впровадження новітніх технологій в молекулярну генетику дозволяє ефективно аналізувати геном соняшнику та ідентифікувати корисні генетичні маркери для подальшої селекції та покращення сортів. Розуміння генетичної основи соняшнику відкриває нові можливості для розвитку стійких та продуктивних сортів, а також для використання цієї культури як джерела олії, біомаси та високоякісних біологічних продуктів. Подальші дослідження в цьому напрямку будуть сприяти розвитку нових сортів соняшнику, що відповідають сучасним вимогам стійкості, продуктивності та екологічної безпеки.

Список використаних джерел.

1. Криворучко Т. М., Рябчун В. К., Боровська І. Ю., Петренко В. П. Формування ознакової колекції сортів соняшнику за стійкістю до хвороб. Харків: Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, 2013. 13 с.
2. URL: <https://agroexp.com.ua/podsolnechnik-semilla-gibrid-semena-opisanie> (Дата звернення 28.02.2024 р.)
3. Jennifer D., Sternberg S. Crackin A: Gene Editing and the Unthinkable Power to Control Evolution. Houghton Mifflin Harcourt. 2017. 304 с.
4. URL: <https://agroexp.com.ua/podsolnechnik-dunay-gibrid-semena-opisanie> (Дата звернення 28.02.2024 р.)
5. URL: <https://expertseeds.com.ua/product/podsolnechnik-lg-5582-tradiczionnyj/> (Дата звернення 28.02.2024 р.)
6. «Соняшник звичайний». URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Соняшник_звичайний (Дата звернення 28.02.2024 р.)
7. Сиволап Ю.М., Солоденко А.Є. Ідентифікація і маркування геному соняшнику. Південний біотехнологічний центр в рослинництві УААН. 2010. 7 с.

8. Varshney, R.K., Nayak, S.N., May, G.D., Jackson, S.A. Next-generation sequencing technologies and the implications for crop genetic and breeding. Trends in Biotechnology. 2009. С 522-530.

9. Boyd, L. Sunflowers: Growth and Development, Environmental Influences and Pests. Diseases. 2017. 338 с.

Анастасія СВИСТУН²³,
студентка 2 курсу,
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РОЛЬ МІНЕРАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ЖИТТІ РОСЛИН

***Анотація.** В даній статті висвітлено ключові аспекти впливу мінеральних елементів на життєвий цикл рослин. Підкреслюється важливість мінеральних елементів у функціонуванні різних фізіологічних процесів. В статті детально описано основні мінеральні елементи, які є необхідними для нормальної життєдіяльності рослин, такі як азот, фосфор, калій, кальцій, магній та інші. Також розглядаються можливі наслідки дефіциту або надлишку цих елементів для рослинного організму. Враховуючи важливість зазначених аспектів, стаття сприяє кращому розумінню взаємозв'язку між мінеральними елементами та життєвим циклом рослин, що може мати практичне значення для агрономічної практики.*

***Ключові слова:** мінеральні елементи, макроелементи, мікроелементи, фізіологія рослин, життєвий цикл.*

***Annotation.** This article highlights the key aspects of the impact of mineral elements on the plant life cycle. The importance of mineral elements in the functioning of various plant physiological processes is emphasised. The article describes in detail the main mineral elements that are essential for the normal functioning of plants, such as nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and others. The possible consequences of a deficiency or excess of these elements for the plant organism are also discussed. Given the importance of these aspects, the article contributes to a better understanding of the relationship between mineral elements and the plant life cycle, which may be of practical importance for agronomic practice.*

***Key words:** mineral elements, macroelements, microelements, plant physiology, life cycle.*

***Вступ.** Рослини, як і всі живі організми, потребують різноманітних поживних речовин для свого здоров'я та нормального функціонування.*

²³Науковий керівник: Амонс С.Е. кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

Мінеральні елементи, такі як азот, фосфор, калій, кальцій, магній та інші, є важливими компонентами живлення рослин. Достатня кількість цих елементів необхідна для оптимального росту, розвитку та продуктивності рослин.

Ці мінеральні елементи відіграють важливу роль у багатьох фізіологічних процесах рослин, таких як фотосинтез, дихання, синтез білка та інших метаболічних шляхах. Недостатнє або надмірне споживання цих елементів може викликати різні патологічні стани у рослин, впливаючи на їх здоров'я та врожайність.

Управління внесенням мінеральних елементів у ґрунт є важливим аспектом сільського господарства, оскільки це допомагає забезпечити рослини необхідними поживними речовинами, зменшуючи при цьому негативний вплив на довкілля. Врахування фізіологічних особливостей культури та умов навколишнього середовища є ключовими аспектами ефективного використання мінеральних елементів у сільському господарстві.

Метою цієї роботи є систематичне вивчення впливу мінеральних елементів на життєвий цикл рослин та визначення їх значення у функціонуванні різних фізіологічних процесів, що є важливим для досягнення високих врожаїв та підтримання якості сільськогосподарської продукції.

Виклад основного матеріалу. Життя рослин – це постійний обмін речовин, хімічних реакцій та фізіологічних процесів. Як відомо, для нормального розвитку рослин необхідні мінеральні елементи, які можна поділити на такі категорії: макроелементи (основні), мікроелементи та ультрамікроелементи. Нижче наведено найголовніші макро- та мікроелементи для життєдіяльності рослин (рис.1) [1].

- макроелементи (основні) – кальцій, фосфор, азот, натрій, магній та ін., що споживаються у відносно великих частках (понад 0,1% сухої біомаси);
- мікроелементи – мідь, кобальт, цинк, марганець, бор, молібден та ін., що споживаються у малих частинах (менше ніж 0,01% сухої біомаси);
- ультрамікроелементи – срібло, радій, ртуть, кадмій та ін., що споживаються у дуже малих розмірах;



Рис.1 Макро- і мікроелементи для рослин [8]

Макро- та мікроелементи є ключовими компонентами зеленої маси рослин. Наприклад, азот і сірка беруть участь у синтезі амінокислот та білків,

фосфор і калій відіграють важливу роль у формуванні фітину, а магній, що часто називають «елементом життя», необхідний для синтезу хлорофілу [3, 4].

Французький дослідник Ролен (Raulin) був засновником теорій про вплив мікроелементів на живі організми. У 1869–1870 роках він першим виявив, що введення низьких концентрацій солей цинку в живильне середовище *Aspergillus niger* має вражаючий ефект. В результаті своїх досліджень Ролен припустив, і не помилився, що цинк та інші елементи є не тільки незамінними та корисними стимуляторами росту рослин, але й життєво важливими для них елементами [5].

В Україні ж засновником вчення про мікроелементи був вчений П.А. Власюк, який розглядав мікроелементи як фактори навколишнього середовища, необхідні для життя рослин. Він досліджував унікальні функції окремих мікроелементів, розробляв нові форми добрив і вивчав методи їх застосування для підвищення врожайності сільськогосподарських культур.

Мікроелементи, такі як бор (B), марганець (Mn), мідь (Cu), цинк (Zn), кобальт (Co), та молібден (Mo), є важливими для забезпечення нормального росту і розвитку рослин. Вони входять до складу ферментів, вітамінів, гормонів та інших біологічно активних речовин, відіграючи ключову роль у фотосинтезі білків, жирів і вуглеводів. Оптимальне забезпечення рослин мікроелементами та мінеральними елементами в цілому сприяє їх розвитку, підвищує стійкість до хвороб і шкідників, та зменшує вплив зовнішніх факторів, таких як посуха, коливання температури, повітря і ґрунту [6].

Макроелементи, такі як азот (N), фосфор (P), калій (K), магній (Mg), кальцій (Ca) та сірка (S), є ключовими для росту та розвитку рослин. Вони необхідні для багатьох біохімічних процесів у клітинах, включаючи синтез ДНК та РНК, а також передачу енергії. Забезпечення рослин оптимальним рівнем цих елементів сприяє їх здоров'ю, врожайності та стійкості до стресових умов. Правильне використання добрив з цими макроелементами є важливим для сільського господарства та садівництва.

При аналізі хімічного складу зелених рослин виявилось, що вони складаються не лише з вуглецю, водню і кисню, які включаються в органічні речовини під час фотосинтезу, але також містять багато інших хімічних елементів. Загалом міститься близько 60 хімічних елементів. Основний внесок у побудову тіла рослин роблять три елементи – водень, кисень і вуглець, які абсорбуються під час фотосинтезу. Вміст мінеральних речовин в тілі рослин не дуже високий, становить близько 5% від загальної маси рослини.

Загалом, мінеральні елементи є життєво важливою складовою всіх рослинних організмів, які необхідні для їхнього нормального росту та розвитку. Проте серед багатьох мінеральних елементів, що містяться в рослинних тканинах, лише деякі дійсно важливі для забезпечення життєдіяльності рослин. Ці хімічні елементи відомі як біогенні. Інші мінеральні речовини, які потрапляють до рослин, роблять це випадково і фактично не є необхідними для їхнього росту та розвитку. Такі мінеральні елементи відомі як абіогенні. Нижче наведено таблицю із головними біогенними мінеральними елементами та їх функціями (табл. 1) [2].

Мінеральні елементи входять до складу органічних речовин і є важливими для їхньої будови. Наприклад, азот входить до складу білків та амінокислот, а кальцій – до складу пектинових речовин. Багато мінеральних поживних речовин, особливо мікроелементів, входять до складу ферментів, які каталізують біохімічні реакції. Мінеральні речовини впливають на фізичні та хімічні властивості цитоплазми та клітинних органел. Наприклад, калій зменшує в'язкість цитоплазми, а кальцій, навпаки, збільшує її. Деякі мінеральні поживні речовини впливають на осмотичні властивості протоплазми, що, своєю чергою, впливає на водообмін в клітинах і рослинах в цілому. У деяких випадках атоми мінеральних елементів відіграють центральну роль у формуванні електричного поля в клітині, підтримуючи оптимальний потенціал [2].

Таблиця 1

Характеристика головних біогенних мінеральних елементів та їх функції

Мінеральний елемент	Функція
Азот (N)	Складова частина амінокислот, білків, нуклеїнових кислот, сприяє росту та розвитку рослин, впливає на зелене забарвлення та розширення листя, регулює процеси цвітіння та плодоношення, а також має ключове значення у фотосинтезі
Фосфор (P)	Складова частина нуклеїнових кислот, фосфоліпідів, сприяє енергетичному обміну, росту коренів
Калій(K)	Регулює осмотичний тиск, активує ферменти, сприяє транспорту води та розвитку стійкості до стресу
Кальцій(Ca)	Структурна складова клітинних стінок, активує ферменти, регулює проникність мембран
Магній(Mg)	Складова частина хлорофілу, активує фотосинтетичні процеси, стимулює ріст та розвиток
Сірка(S)	Складова частина амінокислот, вітамінів, сприяє стійкості до хвороб та підтримці метаболізму

Важливим процесом для рослин, який варто відзначити, є реутилізація. Цей термін походить від латинських слів «re-» (повторно) та «utilis» (корисний) означає повторне, часто багаторазове використання рослиною вже засвоєних мінеральних речовин. Цей процес полягає в перерозподілі мінеральних елементів зі старих органів, що завершили свій ріст, до нових, молодих органів, необхідних для подальшого росту та розвитку. Особливо інтенсивна реутилізація відбувається під час формування репродуктивних органів у рослин. Наприклад, у багаторічних рослин перед настанням зими значна частина мінеральних елементів, таких як калій, фосфор, азот, магній, перерозподіляється з листя до стебел та коренів, а навесні використовується для підтримки росту нових частин рослин.

Мінеральні елементи поділяються на мобільні, слабкомобільні та немобільні залежно їхньої здатності до реутилізації. Мобільні елементи, такі як азот, фосфор, калій, магній, здатні циркулювати по рослині та використовуватися в процесі її життєдіяльності. Слабкомобільні елементи, які включають мідь, цинк, сірку, молібден, можуть частково реутилізуватися, але

їхнє повторне використання обмежене. Немобільні елементи, такі як бор, кальцій, марганець, залишаються в місці їхнього засвоєння і не розподіляються в рослині. Дефіцит цих елементів спостерігається переважно на верхівках рослини та молодих тканинах [7].

Різка нестача або відсутність елементів живлення позначається не тільки на темпах росту і розвитку рослин, їх продуктивності, але й проявляється також на морфологічних ознаках, будові тіла рослин. Дефіцит окремих елементів живлення можна визначити не тільки шляхом відповідних агрохімічних і біохімічних аналізів, але й шляхом візуального спостереження за рослинами.

Варто зауважити, що нестача мінеральних речовин може мати ряд негативних наслідків для рослин. Це може призвести до зупинки їхнього росту та розвитку, втрати зеленого кольору листя, погіршення процесу фотосинтезу та обмеження формування нових тканин і органів. Крім того, нестача певних елементів може підвищити вразливість рослин до хвороб і шкідників, а також зменшити врожайність.

Наприклад, дефіцит азоту призводить до зниження росту та врожайності, а також змін у кольорі листя (жовтіння). Недостатня кількість калію може призвести до висихання країв листя, зниження стійкості до стресу та вразливості до хвороб. Дефіцит інших елементів, таких як залізо, магній, кальцій, також може негативно впливати на фізіологію та здоров'я рослин.

З іншого боку, надлишок мінеральних елементів також може негативно впливати на рослини. Наприклад, велика кількість азоту може призвести до витягнення води з ґрунту, що спричинить дегідратацію рослин. Надлишок фосфору може перешкоджати засвоєнню рослинами заліза та цинку. Також, висока концентрація калію може спричинити затримку у засвоєнні магнію та уповільнення процесу цвітіння. Тому важливо забезпечувати рослини необхідною кількістю всіх необхідних мінеральних елементів для їхнього здоров'я та оптимального росту.

Висновки. Роль мінеральних елементів у житті рослин надзвичайно важлива, оскільки вони впливають на їхній ріст, розвиток та загальне здоров'я. Ці елементи є не лише важливими для нормального функціонування різних фізіологічних процесів у рослин, але також відіграють важливу роль у живленні та енергетичному обміні. Нестача або надлишок будь-якого з цих елементів може спричинити різні патологічні стани та зниження врожайності рослин. Розуміння та належне використання мінеральних елементів у сільському господарстві є вирішальними для досягнення оптимального росту та розвитку рослин, а також для підвищення врожайності. Це важливо не лише з економічного погляду, а й з урахуванням екологічних аспектів, оскільки від цього залежить стан ґрунту, якість води та загальний екологічний баланс у сільських регіонах.

Список використаної літератури

1. Eruvbetine D (2003). Canine Nutrition and Health. A paper presented at the seminar organized by Kensington Pharmaceuticals Nig. Ltd., Lagos on August 21, P 20–26.

2. Скляр В.Г. Екологічна фізіологія рослин. Суми: Університетська книга, 2015. С. 271
3. Забродоцька Л.Ю. Основи агрономії : навчальний посібник. Луцьк : Інформ.-вид. відділ Луцького НТУ, 2019. С. 360
4. Підпригора А.І. Удобрення польових культур та ефективність добрив. Київ. 2015. С.146
5. Жердецький І.М. Мікроелементи в житті рослин. *Агроном*. 2009. № 4. с. 28-30.
6. Шевніков М.Я. Наукові основи вирощування сої в умовах Лівобережного Лісостепу України. Полтава: «ПП Крюков», 2007. с. 93-100
7. Мацкевич В.В., Філіпова Л.М., Олешко О.Г. Фізіологія та біотехнологія рослин : підручник. Біла Церква : БНАУ, 2022. С. 427.
8. TetraAgro URL: https://tetraagro.com.ua/news/elementy_zhuvlennja_dlya_roslin_i_oznaki_yix_nestaci_ci_nadlis_ku (дата звернення 12.03.2024 р.)

Андрій ЦВІТКОВ²⁴,
студент 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ СОЇ (*GLYCINE MAX. (L.) MERR.*).

***Анотація.** У статті проведений аналіз щодо дослідження генетичних ресурсів сої (*Glycine max. (L.) Merr.*). У роботі детально розглядаються основні аспекти генетичного різноманіття цього важливого культурного рослинного виду. В ході аналізу генофонду встановлено ключові гени та маркери, які визначають властивості сої, такі як стійкість до патогенів, врожайність та якість насіння. Проведені польярні дослідження сортів сої в різних ґрунтово-кліматичних зонах України. Також у статті охоплено аспекти збереження та раціонального використання генетичних ресурсів сої з метою поліпшення сортів та забезпечення стабільного виробництва.*

***Ключові слова:** соя, гени, генетичні ресурси, генофонд.*

***Annotation.** The article analyzes the study of genetic resources of soybean (*Glycine max. (L.) Merr.*). The paper examines in detail the main aspects of the genetic diversity of this important cultivated plant species. During the analysis of the gene pool, key genes and markers were identified that determine soybean properties, such as resistance to pathogens, yield and seed quality. Conducted polar studies of soybean varieties in different soil and climatic zones of Ukraine. The article also*

²⁴Науковий керівник: Аралова Т. С. Канд. с.-г. н., старший викладачка фебри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

covers aspects of conservation and rational use of soybean genetic resources in order to improve varieties and ensure stable production.

Key words: *soybean, genes, genetic resources, gene pool.*

Вступ. Завдяки роботі селекціонерів постійно підвищується потенційно можлива врожайність культур, якість сортів, стійкість до хвороб і шкідників, а також до стресових чинників, поліпшується придатність їх до вирощування в місцевих умовах [1].

Щорічно в сільськогосподарське виробництво впроваджуються нові сорти та гібриди культур, що відповідають потребам споживачів і сучасним технологіям вирощування високих урожаїв з високою якістю продукції. Вченими підраховано, що врожаї сільськогосподарських культур підвищуються на 20–25 % за рахунок висіву високоякісного насіння зареєстрованих сортів [2].

Унаслідок індивідуальної швидкості розвитку, різні сорти проходять окремі періоди онтогенезу в різні строки і в неоднакових умовах зовнішнього середовища. Вони досить швидко замінюються у виробництві новими, а накопичені комплекси генів втрачаються [3]. Збагачення колекції рослин в світовій практиці спонукає вчених до їх вивчення, виділення цінних зразків загосподарськими та біологічними властивостями, поповнення банків даних генетичних ресурсів рослин України за рахунок інтродукованого матеріалу, збільшення об'ємів наукових досліджень з генофондом рослин, формування робочих, ознакових та навчальних колекцій, залучення виділених нових джерел та донорів з цінними господарськими ознаками до селекційного процесу.

Виклад основного матеріалу. Соя – одна з найдавніших культурних рослин. Вважається, що вона походить з Південно-Східної Азії. Історія цієї бобової культури налічує щонайменше 5 000 років. Згадки про вирощування рослини з'являються в ранній китайській літературі, що датується третім або четвертим тисячоліттям до нашої ери. Вирощування сої почалося в Китаї, де вона стала найбільшим світовим виробником та експортером у першій половині 20-го століття (рис. 1).

Наступною країною, де соєві боби почали вирощувати і яка отримала статус важливої продовольчої культури, була Південна Корея, звідки вона швидко поширилася до Японії.

У 1740 році соя була завезена до Франції, але її вирощування розпочалося лише у 1885 році, а до Великобританії соя була вперше завезена у 1790 році.

У 1990-х роках, після отримання незалежності, в Україні почалося активне вирощування сої. Спочатку це було головним чином традиційними сортами, а не гібридами. Зокрема, були вирощені сорти, такі як Lyubasha, Honor, Crown, та інші.

Поступово почали з'являтися та активно використовуватися гібриди сої в Україні. Це було пов'язано зі зростанням інтересу до високопродуктивних гібридних форм, які мали кращі показники врожайності та стійкості до стресових умов. У цей період було введено до вирощування різні гібриди від вітчизняних та зарубіжних селекціонерів.

На сучасному етапі в Україні продовжується активна селекційна робота щодо вдосконалення гібридів сої. З'являються нові сорти та гібриди, які відповідають вимогам сучасного ринку, мають підвищену стійкість до хвороб і шкідників, а також підвищену врожайність.



Рис. 1. Glycinemax.(L.)Merr. [4]

Перші дослідження з генетично-модифікованої сої (рис. 2) в Україні розпочалися приблизно в 1990-х роках. Цей період характеризувався першими спробами вивчення можливостей застосування генної інженерії для поліпшення властивостей сої, таких як збільшення врожайності, стійкості до хвороб та шкідників. У другій половині 2000-х років українські агробізнесові компанії почали впроваджувати генетично-модифіковані сорти сої. Це було пов'язано з ростом зацікавленості фермерів у використанні таких сортів через їхні переваги у виробництві, такі як більша врожайність і стійкість до шкідників. У 2013 році в Україні було прийнято законодавство, що регулює виробництво та використання генетично-модифікованих організмів, включаючи сою. Це стало важливим кроком для стандартизації і контролю за цією сферою. У зв'язку з розвитком технологій генної інженерії та зростанням вимог до продуктивності та якості продукції, генетично-модифікована (ГМ) соя продовжує залишатися важливою складовою сільськогосподарського сектора в Україні. Важливо зазначити, що питання про безпечність та екологічність ГМ-сої все ще залишається дискусійним. Не існує остаточного наукового консенсусу щодо цього питання. З одного боку, дослідження не показали жодних негативних наслідків для здоров'я людей або довкілля від вживання ГМ-сої. З іншого боку, деякі люди стурбовані потенційними довгостроковими наслідками ГМ-сої, а також впливом ГМ-культур на біорізноманіття[5].



Рис. 2. Glycinemax. (L.)Merr.)[4]

В Україні інтерес до цієї культури зростає і спостерігається чітка тенденція до збільшення виробництва. Це вимагає розробки та впровадження нових, більш високоврожайних сортів, стійких до екстремальних факторів навколишнього середовища та придатних для інтенсивного вирощування. При цьому велике значення мають ранньостиглі сорти, які дозволяють значно збільшити посівні площі під культурою і можуть вирощуватися практично в усіх регіонах.

Соя використовується в харчових, кормових, технічних і медичних цілях. Насіння сої містить 35–52% повноцінного білка з амінокислотним складом, 17–27% повноцінної рослинної олії з жирнокислотним складом, 18–25% різних вуглеводів, 5% незамінних вітамінів і мінеральних солей, а також деякі біологічно активні компоненти, що використовуються з лікувальною метою (фосфати, ізофлавоноїди, сапоніни, фітати і олігосахариди).

До сучасного генофонду сої культурної (*Glycine max* (L.) Merr.) входять понад 270 тис. зразків (генотипів), які повністю підтримують у 91 країні. Інтенсивна робота зі збору, вивчення та зберігання колекційних форм сої проводиться в багатьох країнах: Китаї, Японії, Індії, Австралії, Франції, Бразилії, Аргентині, Парагваї, Індонезії. Нині колекція сої США включає більше 16 000 форм, куди входять також дикорослі форми. У всіх селекційних установах України ведеться інтенсивне вивчення світової колекції сої, що дає змогу виділити джерела та донорів господарсько-цінних ознак, які широко залучають до гібридизації [6].

Із вступом України до ФАО зросла і її відповідальність перед світовим співтовариством за свій рослинний генофонд як частину світового [7].

Генетичні ресурси рослин були і залишаються найціннішим здобутком сільськогосподарської науки, використання яких у селекційному процесі є основою підвищення продуктивності, стабілізації зернового ринку країни. За велику історію інтродукції, селекції і насінництва сої у нашій країні сформовано найбільший центр соєництва в Європі [8].

Світове генетичне різноманіття є найважливішою складовою частиною в підборі батьківських форм при створенні нових адаптованих до певних кліматичних умов, стійких до несприятливих чинників середовища, високопродуктивних сортів із заданими параметрами якості [9]. Створення сортів сої з високим рівнем адаптивності до умов довкілля вимагає всебічного вивчення вихідного матеріалу з метою виділення зразків, які б поєднували толерантність до понижених температур, підвищену посухостійкість та жаростійкість із високою продуктивністю. Такі дослідження є невід'ємною складовою частиною селекційного процесу [10].

Одним з напрямків селекції сої є виведення спеціальних високоолійних харчових і технічних сортів. Вміст олії в насінні сої коливається від 12–18% у дикорослих і напівкультурних сортів до 24–26% у сучасних сортів і колекційних зразків. Найефективнішим способом покращення якості соєвої олії є генетичний перерозподіл жирнокислотного складу. Оскільки природне генетичне різноманіття сої за жирнокислотним складом дуже вузьке,

індукований мутагенез вважається найбільш перспективним методом отримання вихідного матеріалу для селекції сої на якість олії. Мутантні гени сої, що спричиняють корисні зміни у вмісті гліцеридів пальмітинової, стеаринової, олеїнової та ліноленої кислот, наразі ідентифіковані, і їхні ефекти активно використовуються в селекційних програмах. Однак виявлення генетичних детермінант сприятливого жирнокислотного складу недостатньо для отримання надійної сировини для селекції, а вміст гліцерину окремих жирних кислот повинен характеризуватися не тільки високим, але й стабільним рівнем. Відомо, що жирнокислотний склад соєвої олії сильно залежить від ґрунтово-кліматичних умов вирощування та характеру взаємодії генотипу і середовища, який є специфічним для кожного сорту і регіону вирощування.

Соя займає перше місце за кількістю білка в насінні серед культур родини Бобових, є основним джерелом збалансованого за амінокислотним складом екологічно чистого білка. В ряді країн є незамінною продовольчою культурою. Так само як усі бобові являється відмінним попередником завдяки своїй симбіотичній системі, здатна забезпечувати власні потреби в азоті залишаючи при цьому значну його кількість в ґрунті.

Залежно від зони вирощування показники якості культури можуть змінюватись, тому доцільним є подальше вивчення впливу ґрунтово-кліматичних умов на якість культури.

Розглянемо такі сорти які занесені в Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні: Абака, Абельна, Акардія, Адесса, Алтона [11].

Абака – сорт був зареєстрований в Україні в 2021 році перспективний новий сорт ранньостиглого сегменту. Має надзвичайно швидкий початковий ріст, що дозволяє одразу сформувати чудове стебло та добре конкурувати з бур'янами. Низькі рослини абсолютно стійкі до вилягання. Завдяки позитивній толерантності до склеротиніозу вище середнього, Абака є найкращим варіантом у насиченій сівозміні з інтенсивним вирощуванням сої. Сорт відмінно пристосовується до вирощування в різних кліматичних умовах. Має високий рівень вмісту білка. Білок: 40–42%. Жирність: 20–21%.

Абельна – сорт був зареєстрований в Україні в 2016 році, це ранньостиглий сорт (000+), з вегетаційним періодом до 100 днів, який вирізняється швидкими темпами стартового росту та високим потенціалом продуктивності. Має відмінну стійкість до хвороб та осипання. Особливою перевагою цього сорту є продуктивність та скоростиглість, що дає змогу зібрати урожай в оптимальні строки і слугує хорошим попередником для озимих зернових. Протеїн: 42%. Вміст жиру: 20–21%.

Акардія – сорт був зареєстрований в Україні в 2011 році, середньопізній за дозріванням сорт сої і одним з найбільш врожайних сортів у всіх регіонах Австрії. Акардія краще справляється з найрізноманітнішими стресовими погодними умовами за останні роки, і тому її цілком виправдано можна назвати дуже стабільним з точки зору врожайності сортом. Має швидкий стартовий розвиток і не демонструє втрат зерна навіть за несприятливих умов дозрівання.

Також має яскраво виражений «Staygreen» ефект, який триває майже до збирання врожаю. Протеїн: 38–42%. Вміст жиру: 23–24%.

Адесса – сорт був зареєстрований в Україні в 2008 році, цесорт сої з високими показниками продуктивності та ранніми термінами дозрівання. Завдяки скоростиглості може використовуватись для збору двох врожаїв. Він є одним з нових флагманів ультрараннього сегменту. Відрізняється високою толерантністю до хвороб та вилягання. Протеїн: 42–44%. Вміст жиру: 23–24%.

Алтона – сорт був зареєстрований в Україні в 2014 році це сорт–рекордсмен, який продовжує встановлювати все нові рекорди з урожайності, як у державних офіційних випробуваннях в Австрії, так і в Україні. Запорукою надвисоких врожаїв та феноменальних результатів є стійкість до несприятливих погодних умов та відмінне здоров'я рослин. Не дивлячись на те, що рослини є досить високорослими, сорту Алтона притаманна висока стійкість до вилягання, що обумовлена її генетикою. Знижена чутливість до дефіциту вологи в період формування генеративних органів робить сорт ще більш привабливим для вирощування. Протеїн: 42–44%. Вміст жиру: 20–22%.

Висновки. Таким чином, генетичні ресурси сої (*Glycine max*. (L.) Merr.) є ключовим компонентом для підтримки сталого розвитку сільського господарства та забезпечення продовольством і енергією в умовах зміни клімату та зростаючих викликів. Дослідження генетичних ресурсів сої можуть допомогти зрозуміти сортове різноманіття та визначити ключові генетичні ознаки, такі як стійкість до хвороб, врожайність та якість насіння.

Впровадження найсучасніших методів молекулярної генетики дозволяє ефективно аналізувати геном сої та визначати генетичні маркери для подальшої селекції та покращення сортів. Розуміння генетичної основи сої відкриває нові можливості для виведення стійких до хвороб і продуктивних сортів та використання цієї культури як джерела олії, біомаси та високоякісних біологічних продуктів. Подальші дослідження в цій галузі сприятимуть виведенню нових сортів сої, які відповідатимуть сучасним вимогам щодо стійкості, продуктивності та екологічної безпеки.

Список використаної літератури

1. Юник А. В. Особливості вирощування льону олійного. Пропозиція. 2015. № 11. С. 76–80.
2. Гаврилюк М. М. Насінництво й насіннезнавство олійних культур. Київ: Аграрна наука, 2002. 224 с.
3. Кандиба Н. М., Логінов Н. М. Transgression of traits of crop structure and fiber quality of long flax varieties and hybrids. *Збірник наукових праць. ІЛКУААН*. 2007. Вип. 4. С. 123–128.
4. Соя. Селекційно–племінна станція «Садове Броди». URL.: <https://www.sb-ps-ua.com/saatgut/soybean/> (дата звернення 26.02.2024 р.).
5. Національна академія наук України. URL: <https://nas.gov.ua/> (дата звернення 28.02.2024 р.).

6. Січкач В.І. Селекційна цінність колекційних зразків при створенні високопродуктивних сортів сої. *Селекція і насінництво*. 2014. Випуск 106. С. 83–92.

7. Кобизєва Л. Н., Безугла О. М., Силенко С. І. Методичні рекомендації з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культур таїн. Харків: Інститут рослинництва ім. В. Юр'єва, 2016. 84 с.

8. Бабич А.О., Бабич–Побережна А.А. Розвиток селекції перспектив и виробництва сої. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 12. С. 20–23.

9. Gary Stacey, Richard A. Jorgensen. Genetics and Genomics of Soybean. *Plant Genetics and Genomics: Crop and Models*. New York. 2008. V. 2. P. 407.

10. Михайлов В.Г., Жмурко О.В. Вплив факторів довкілля на тривалість вегетаційного періоду сої. *Зб. наук. праць Ін-ту землеробства УААН*. 2015. Вип. С. 94–99.

11. Національне агентство з питань регуляторної політики та розвитку сільського господарства України. Реєстр сортів рослин. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reustr-sortiv-roslin> (дата звернення 26.02.2024 р.).

Олександр ПРУДИВУС²⁵,
Студент 3 -го курсу,
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РИЖІЙ ПОСІВНИЙ (*CAMELINA SATIVA L.*), ЯК СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОДИЗЕЛЯ

Анотація. В статті наведено морфобіологічну характеристику рижію посівного сорту Міраж. Встановлено, що за сучасних умов прогнозованого потепління клімату та європейський попит на рослинну олію капустяних культур для виробництва біодизеля, альтернативною олійною культурою ріпаку повинен стати рижій посівний.

Встановлено, що внесення повного мінерального добрива в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ сприяє підвищенню урожайності насіння рижію посівного на 44,6 % та виходу олії з урожаю на 49,5 %.

За кількістю олії акумульованої в урожаї насіння за добу, рижій посівний перевершує ріпак ярий на 37,6 %. Добовий приріст біологічної енергії з насіння рижію посівного на 16,9 % переважає ріпак ярий та 32,3 % з олії.

Для підвищення насінневої продуктивності рижію ярого необхідно встановити оптимальні норми висіву адаптованих сортів залежно від строків

²⁵Науковий керівник: Гетман Н.Я., доцент кафедри рослинництва та садівництва.

сівби та удобрення для забезпечення сталої урожайності 3,0 т/га насіння з виходом 1,0-1,2 т/га олії.

Ключові слова: рижій посівний, біодизель, продуктивність

Annotation. The article presents the morphobiological characteristics of rye seed variety Mirage. It is established that under the current conditions of projected climate warming and the European demand for cabbage vegetable oil *

of crops for the production of biodiesel, an alternative oilseed rape crop should be red seeded rapeseed.

It was established that the application of complete mineral fertilizer in the dose of N60P60K60 contributes to the increase of seed yield of ryegrass by 44.6% and the yield of oil from the crop by 49,5%.

In terms of the amount of oil accumulated in the seed crop per day, red seed rape surpasses spring rapeseed by 37,6%. The daily increase in biological energy from ryegrass seeds is 16,9% higher than that of spring rape and 32,3% from oil.

In order to increase the seed productivity of spring rye, it is necessary to establish the optimal sowing rates of adapted varieties depending on the timing of sowing and fertilization to ensure a stable yield of 3.0 t/ha of seeds with a yield of 1,0-1,2 t/ha of oil.

Key words: rye seed, biodiesel, productivity

Вступ. Камеліна – це популярна олійна культура, олія з якої має як харчове, так і промислове застосування. Це рижій посівний, який належить до родини капустяних, роду *Camelina sativa* L.

Альтернативність рижію посівного культурі ріпаку ярому полягає в надзвичайній біологічній пластичності до агроекологічних умов вирощування. Він характеризується значно вищою посухостійкістю упродовж всього періоду вегетації, порівняно з іншими ярими капустяними культурами. Унікальні біологічні властивості культури забезпечують високу насінневу продуктивність в різних ґрунтово-кліматичних зонах України.

В умовах південного Степу України максимальну врожайність насіння рижію посівного 1,549 т/га отримали за проведення трьох позакореневих підживлень, а саме: після повних сходів, у фазі цвітіння та наливу насіння Ескортом-Біо на фоні обробки насіння перед сівбою цим же препаратом [7].

На відміну від капустяних олійних культур таких, як ріпак, гірчиця біла та редька олійна, він найменш вибагливий до родючості ґрунтів та вологозабезпечення в різних ґрунтово-кліматичних зонах України та найбільш стійкий до ураження шкідниками та хворобами. Для урожайності насіння рижію 2,0-2,5 т/га потреба в мінеральних добривах майже в два рази менша порівняно з ріпаком ярим, який для отримання таких показників потребує внесення N₇₀₋₁₀₀P₄₅₋₆₀K₈₀₋₁₂₀ після однорічних трав та зернових попередників [6].

В сучасних умовах енергетичної кризи спектр використання рижійової олії для технічних цілей значно розширюється в першу чергу, для виготовлення біодизеля, що зумовлює зростання на неї світового попиту та розширення посівних площ, у багатьох країнах Європи і США [4,5].

Виклад основного матеріалу. Дослідження з вивчення насіннєвої продуктивності рижію посівного залежно від удобрення проводили упродовж 2022-2023 рр. у ФГ «Зоря Василівка», Тиврівського району, Вінницької області. Господарствоспеціалізується на виробництві зерна пшениці озимої та насіння ріпаку озимого.

Ґрунти сірі та темно сірі лісові середньосуглинкові з вмістом гумусу в орному шарі 2,1-2,3% при рН (сол) 5,2-5,4.

Погодніумови за основними показниками (температура, кількість опадів відрізнялись за роками та мали суттєві відхилення від середніх багаторічних показників. В 2022 р. за період квітень-серпень опадів випало 254,7 мм з сумою температур 2518 °С, ГТК 1,01. Погодні умови вегетаційного періоду культури у 2023 р. характеризувались, як більш посушливими, де кількість опадів була на рівні 252,7 мм, а сума температури повітря становила 2657 °С, ГТК 0,95.

Дослідження проводились із сортом рижію посівного Міраж. За даними оригінатора сорту Інституту олійних культур НААН вивчаемий сорт занесений до Реєстру сортів України з 2001 р. Сорт відноситься до скоростиглої групи, тривалість вегетаційного періоду становить 66 діб. Середня врожайність сорту 1,54 т/га. Вміст олії в насінні – 40,9 %, вміст ерукової кислоти в олії та глюкозинолатів у насінні відповідає вимогам міжнародних стандартів.

Маса 1000 насінин – 1,1 г. Сорт стійкий проти хвороб і шкідників, вилягання рослин та обсіпання насіння. Для розвитку та визрівання не потребує багато тепла. Сорт технологічний, придатний до механізованого вирощування. Норма висіву схожого насіння 6-8 кг/га.

За біологічними особливостями росту та розвитку рижій посівний відноситься до культур короткого дня. Тому період його вегетації залежить від строків сівби. Дослідження показали, що в умовах Лісостепу правобережного за сівби в квітні період вегетації становить 70-75 діб, в травні 65-70 діб, в червні 60-62 доби. За літнього строку сівби в першій декаді липня повна стиглість настає 15 вересня, тобто період вегетації від сходів до повної стиглості насіння становить 62 доби з сумою температур 1220°С, при ГТК 0,98 і середньою тривалістю дня 14 год. 22 хв., тобто рижій посівний можливо вирощувати навіть в післяукісних та післяжнивних посівах.

Дослідженнями встановлено, що за умов літньої сівби в першій декаді червня тривалість періоду вегетації скорочується до 62 діб із сумою температур 1300 °С та сумою світлих годин 950 годин. Отже, при скороченні світлового дня до 17 год період вегетації рижію ярого зменшується на 6 діб.

Таким чином, експериментально доведено, що рижій ярий слід вважати культурою короткого дня, що свідчить про можливість вирощування цієї культури в післяукісних посівах (табл. 1).

Хоча рижій посівний найменш вибагливий до родючості ґрунтів, проте наші дослідження показали реакцію рослин на внесення повного мінерального добрива, збільшенням урожайності насіння. Так, внесення під передпосівну культивуацію нітроамофоски із розрахунку N₆₀P₆₀K₆₀ сприяло кращому росту і розвитку рослин. Про це свідчать отримані показники висоти рослин рижію

посівного, у яких вона зростає на 11 см, порівняно до контролю без добрив. За рахунок видовження міжвузля та формування додаткових гілок зростає кількість стручків до 20 шт. на рослині.

Таблиця 1

Календарні строки та тривалість міжфазних періодів розвитку ріжю посівного сорту Міраж

Фази росту і розвитку	Календарні строки		Тривалість міжфазних періодів, дів
	початок	кінець	
Сівба-сходи	18,04	24,04	6
Сходи-перший справжній листок	24,04	30,04	6
1-й листок -розетка листків	30,04	7,05	8
Розетка листків – повне стеблуння	7,05	14,05	7
Стеблуння – повна бутонізація	14,05	23,05	9
Бутонізація -цвітіння	23,05	2,06	10
Цвітіння-плодоношення	2,06	11,06	9
Плодоношення-повна стиглість	11,06	30,06	19
Тривалість періоду вегетації	-	-	68

Важливо відзначити, що майже за однакової кількості насіння в стручку в межах 13,80-13,98 шт., виявлено збільшення їх кількості на 291 шт. на рослину. В цілому кількість насінин на рослині за використання мінеральних добрив становила 1119 шт. Маса 1000 шт. насінин була в межах 0,79 г, або зростає на 6,7 % порівняно до контролю без добрив (табл. 2).

Таблиця 2

Висота рослин (см) та структурний аналіз рослин залежно від удобрення

Удобрєння	Висота рослин, см	Кількість, шт.			Маса 1000 шт. насінин, г
		стручків на рослині	насіння в стручку	насіння на рослині	
Без добрив (контроль)	54±2	60	13,80	828	0,74
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	65±3	80	13,98	1119	0,79

Внесення повного мінерального добрива також сприяло поліпшенню якості насіння за рахунок підвищення вмісту олії в ньому з 38,3 до 39,6 % на фоні N₆₀P₆₀K₆₀. Вміст протеїну в насінні ріжю був на рівні відповідно 22,6 і 22,8% (табл. 3).

Встановлено, що вихід олії з урожаю насіння культури на контрольному варіанті становить 815 кг/га, а за внесення N₆₀P₆₀K₆₀ зріс на 404 кг, або показники були на рівні 1219 кг/га.

Таким чином, внесення повного мінерального добрива в дозі N₆₀P₆₀K₆₀ сприяє підвищенню урожайності насіння на 44,6 % та виходу олії з урожаю на 49,5 %.

Таблиця 3

Вплив добрив на вміст та вихід олії з урожаю насіння ріжю посівного

Удобрення	Біологічна урожайність, т/га	Вміст олії в насінні, %	Вихід олії, кг/га	Приріст, кг/га
Без добрив (контроль)	2,13	38,3	815,7	-
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,08	39,6	1219,7	404

За вмістом олії в насінні ріжю посівний посідає перше місце серед найбільш поширених капустяних культур з показником 49,73 %, потім йде ріпак ярий – 43, 69 %, редька олійна та гірчиця біла відповідно містять 29,18 та 25,55 %. За середньої урожайності насіння ріжю посівного 2,10 т/га, рентабельність становила 107%, тоді як у ріпаку ярого відповідно 2,47 т/га та 102%.

За вмістом протеїну в насінні капустяних культур ріжю посівний також відрізняється підвищеними показниками 25,06 %, проти 20,69 % у ріпаку ярого [2].

За добовим приростом акумульованої в урожаї насіння олії, сирого протеїну та біологічної енергії ріжю посівний характеризується значно кращими показниками порівняно з ріпаком ярим (табл.4) [3].

Таблиця 4

Добовий приріст урожаю насіння та поживних речовин з капустяних культур (середнє за 2022-2023 рр.)

Культури	Добовий приріст, кг/га			Добовий приріст біо-енергії, МДж/га	
	насіння	виходу		з насіння	з олії
		олії	сирого протеїну		
Ріпак ярий	24,7	10,80	5,11	674	470
Рижю посівний	30,0	14,86	7,50	788	622

На основі отриманих результатів досліджень можна стверджувати про перспективність вирощування ріжю посівного, порівняно з ріпаком ярим. За кількістю олії акумульованої в урожаї насіння за добу, ріжю посівний перевершує ріпак ярий на 37,6 %. Добовий приріст біологічної енергії з насіння ріжю посівного на 16,9 % переважає ріпак ярий та 32,3 % з олії [1].

Отже, технологія вирощування насіння ріжю посівного в даний час значно простіша і ефективніша порівняно з ріпаком ярим, а собівартість отриманого продукту – олії буде вдвічі нижчою від ріпакової.

Виробництво олії з гектара посіву ріжю посівного становитиме в середньому 750-800 л. На наш погляд, перш за все, вирощувати ріжю посівний необхідно у великотоварних господарствах з розвинутим тваринництвом та виробництвом олії для біодизеля, який використовують у власному

господарстві. Отримані від переробки шрот та макуха будуть надійним джерелом високобілкових кормів.

Продукти переробки насіння рижію – макуха та шрот під час екстрагування є цінним концентрованим білковим кормом для тварин. Наприклад, макуха рижію містить 36-40 % перетравного протеїну, 18-21 % безостих екстрагованих речовин, 5-6 % жиру, 14-15 % клітковини, 6,5 % золи. За поживністю 100 кг макухи містить 110-112 кормових одиниць.

Висновки. За сучасних умов прогнозованого потепління клімату та європейський попит на рослинну олію капустяних культур для виробництва біодизеля, альтернативною олійною культурою ріпаку повинен стати рижій посівний.

Встановлено, ще внесення повного мінерального добрива в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ сприяє підвищенню урожайності насіння рижію посівного на 44,6 % та виходу олії з урожаю на 49,5 %.

За кількістю олії акумульованої в урожаї насіння за добу, рижій посівний перевершує ріпак ярий на 37,6 %. Добовий приріст біологічної енергії з насіння рижію посівного на 16,9 % переважає ріпак ярий та 32,3 % з олії.

Для підвищення насінневої продуктивності рижію ярого необхідно встановити оптимальні норми висіву адаптованих сортів залежно від строків сівби та удобрення для забезпечення сталої урожайності 3,0 т/га насіння з виходом 1,0-1,2 т/га олії.

Список використаної літератури

1. Демидась Г.І., Квітко Г.П., Гетман Н.Я. Рижій посівний – олійна культура альтернативна ріпаку ярого для виробництва біодизеля. *Зб. Наукових праць ВНАУ*. Вінниця. 2011. № 8 (48). С. 3-8.

2. Козленко О.М. Продуктивність ярих олійних культур залежно від елементів технології вирощування в Правобережному Лісостепу України : автореф. дис. канд. с.-г. наук. К. 2011. 20 с.

3. Демидась Г.І., Квітко Г.П., Гетман Н.Я. Рижій посівний екологічно безпечна олійна культура для виробництва біопального. *Збірник наукових статей. Т 2. III Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю*. Вінниця. 2011. С. 465-466.

4. Биодизель из масла рыжика в США. Электронный ресурс доступа: http://www.bioethanol.ru/biodiesel/news/biodizel_iz_masla_ryzhika_v_ssha/.

5. Мельничук М.Д., Демидась Г.І., Квітко Г.П. Рижій посівний як альтернатива ріпаку ярого для виробництва біодизеля. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2012. 2 (31) <http://www.nbu.gov.na.le-journals/Nd/2012-2/12dgi.pdf>

6. Господаренко Г. М., Зануда Р. М. Вплив норм і строків внесення мінеральних добрив на врожайність і якість насіння рижію ярого. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2010. Ч. 1, Вип. 73. С. 8-11.

7. Гамаюнова В. В., Москва І. С. Продуктивність рижію ярого на чорноземі південному під впливом сучасних регуляторів росту. *Збірник*

наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». Київ, 2016. Вип 1. С. 75-82.

Аліна ЮРКОВСЬКА²⁶,
студентка 4-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ПРОДУКТИВНОСТІ

***Анотація.** Ця наукова робота присвячена аналізу сучасного стану вирощування зернобобових культур та шляхам підвищення їх продуктивності. У роботі розглянуто основні види зернобобових культур, їх важливість у сільському господарстві та харчовій промисловості. Проведено аналіз факторів, що впливають на продуктивність зернобобових культур, таких як агрокліматичні умови, ґрунтовий обробіток, шкідники та хвороби. Детально розглянуто сучасні методи вирощування зернобобових культур, включаючи використання новітніх сортів, внесення підготовлених добрив, оптимізацію системи зрошення та застосування інноваційних технологій. Встановлено основні проблеми, що ускладнюють вирощування зернобобових культур, такі як стійкість до стресових умов, конкуренція з бур'янами та іншими культурами, а також можливості їх вирішення. На основі аналізу зроблено висновки та запропоновано рекомендації щодо підвищення продуктивності зернобобових культур у сучасних умовах вирощування.*

***Ключові слова:** зернобобові культури, іноваційні технології, продуктивність*

***Annotation.** This scientific work is devoted to the analysis of the current state of cultivation of leguminous crops and ways of increasing their productivity. The paper examines the main types of leguminous crops, their importance in agriculture and the food industry. An analysis of factors influencing the productivity of leguminous crops, such as agro-climatic conditions, soil fertility, pests and diseases, was carried out. Modern methods of growing legumes, including the use of the latest varieties, application of prepared fertilizers, optimization of the irrigation system, and the use of innovative technologies are considered in detail. The main problems complicating the cultivation of leguminous crops, such as resistance to stressful conditions, competition with weeds and other crops, as well as the possibilities of solving them, are highlighted. Based on the analysis, conclusions were drawn and recommendations were made to increase the productivity of leguminous crops in modern growing conditions.*

²⁶Науковий керівник: Циганський В.І., канд с.-г. Наук, доцент кафедри рослинництва та садівництва

Key words: *legumes, innovative technologies, productivity*

Вступ. Зернобобові культури, такі як соя, квасоля, горох та інші, відіграють надзвичайно важливу роль у сільському господарстві та харчовій промисловості. Вони становлять значний внесок у забезпечення харчової безпеки, а також використовуються у різних галузях промисловості, включаючи виробництво кормів, біопалива та інші. Однак, зернобобові культури часто стикаються з різними викликами, які обмежують їхню продуктивність та виходять за межі економічної доцільності вирощування.

Мета цієї наукової роботи полягає у ретельному аналізі сучасного стану вирощування зернобобових культур та визначенні шляхів підвищення їх продуктивності. Для досягнення цієї мети необхідно розглянути різні аспекти вирощування, включаючи агрокліматичні умови, ґрунтовий обробіток, вибір сортів, шкідники та хвороби, а також ефективні методи та технології вирощування.

Ця робота має за мету внести вагому вклад у розвиток сільського господарства шляхом ідентифікації проблемних питань у вирощуванні зернобобових культур та надання рекомендацій щодо їх вирішення. Результати дослідження можуть бути корисними для фермерів, агрономів, науковців та рішень приймальників у сфері сільського господарства.

Виклад основного матеріалу. Зернобобові культури мають важливе значення в зерновому та кормовому балансі агроформувань України. З усіх сільськогосподарських культур зернобобові містять найбільше білка. Зерно та зелена маса їх за вмістом протеїну переважає зернові культури більше ніж удвічі, а за амінокислотним складом їх білки значно краще засвоюються, дають найдешевший білок, включають у біологічний колообіг азот повітря, що недоступний для інших культур.

Нині рослинний білок високо цінується в харчовій та комбикормовій промисловості. Інтенсифікація виробництва зерна, в т. ч. кормового та сої, повинна стати одним із стратегічних напрямків прискореного розвитку всього агропромислового виробництва України до 2030 р. Для цього необхідно зосередити увагу на оптимізації структури посівних площ провідних сільськогосподарських культур, розробці та впровадженню наукоємних, інноваційних технологій їх вирощування, які базуватимуться на основі ефективного використання факторів життя, що сприятиме максимальному синтезу органічної речовини та білку [1].

Фахівці припускають, що на початкових етапах формування бобів необхідне посилене живлення рослин, зокрема збільшення надходження азоту, калію та мікроелементів, які беруть участь у засвоєнні азоту. Бобові культури сприятливо реагують на позакореневе підживлення комплексними добривами, що містять як макро-, так і мікроелементи. Цей підхід покращує засвоєння поживних речовин, сприяє більш ефективному фотосинтезу та, зрештою, сприяє розвитку рослин.

Підвищення продуктивності зернобобових культур є важливим завданням для забезпечення стабільного виробництва продовольства, враховуючи зростання світового населення та зміни клімату. Це може бути досягнуто за допомогою різноманітних заходів та стратегій, включаючи технологічні інновації, агротехнічні методи, генетичний відбір та ефективне використання ресурсів [5].

Ось кілька ключових шляхів підвищення продуктивності зернобобових культур:

Використання сучасних сортів та гібридів: Розвиток сортів і гібридів зернобобових культур з вищою врожайністю, стійкістю до стресових умов (наприклад, посухи, хвороб, шкідників) дозволяє отримувати більше врожаю на одиницю площі.

Оптимізація агротехніки: Впровадження оптимальних агротехнічних методів, таких як підбір оптимальних термінів посіву, правильне удобрення, розробка оптимальних схем обробітку ґрунту, може значно підвищити врожайність [3].

Удобрення: Використання сучасних методів мінерального удобрення, які враховують потреби конкретних видів зернобобових культур в поживних речовинах, дозволяє забезпечити їх оптимальний розвиток і збільшення урожайності.

Біологічне збагачення ґрунту: Використання біологічних методів збагачення ґрунту, таких як використання азотфіксуючих бактерій або біодобрих, сприяє підвищенню плодючості ґрунту і покращенню урожайності.

Управління водним режимом: Раціональне використання водних ресурсів шляхом впровадження систем крапельного зрошення або мульчування допомагає зберегти вологу в ґрунті та забезпечити оптимальний рівень зволоження для зернобобових культур [4].

Боротьба з хворобами та шкідниками: Розробка і впровадження ефективних методів захисту від хвороб і шкідників дозволяє зберегти врожаї від пошкоджень і зниження урожайності.

Ротація культур: Планування ротації культур, включаючи зернобобові культури, допомагає зменшити ризики втрат урожаю через хвороби та забезпечити баланс елементів ґрунту.

Використання новітніх технологій: залучення до процесу вирощування зернобобових культур сучасних технологій, таких як сільськогосподарські роботи, використання даних супутникового моніторингу, дозволяє оптимізувати процеси вирощування та забезпечує максимальну ефективність виробництва.

Ці шляхи можуть бути використані окремо або в комбінації для досягнення максимальної продуктивності зернобобових культур. Такий підхід допомагає забезпечити стійке та ефективне виробництво цих важливих продуктів харчування [2].

Висновок. У цій науковій роботі був проведений аналіз сучасного стану вирощування зернобобових культур та виявлені шляхи підвищення їх

продуктивності. Загальний огляд сучасних тенденцій у вирощуванні зернобобових культур показав, що ці культури відіграють важливу роль у сільському господарстві, але вирощування їх зустрічає ряд викликів.

На основі аналізу було виявлено, що одними з ключових чинників, які впливають на продуктивність зернобобових культур, є агрокліматичні умови, ґрунтовий обробіток, шкідники та хвороби. Було також досліджено сучасні методи та технології вирощування, такі як вибір оптимальних сортів, внесення підготовлених добрив, вдосконалення систем зрошення та застосування інноваційних агротехнічних прийомів.

Проте, виявлено, що існують деякі проблеми, які ускладнюють вирощування зернобобових культур, такі як низька стійкість до стресових умов, конкуренція з бур'янами та іншими культурами. Для їх вирішення необхідно подальше дослідження та розробка нових підходів.

Отже, результати цього дослідження можуть бути корисними для розвитку сільського господарства та підвищення продуктивності вирощування зернобобових культур. Рекомендації, надані у цій роботі, можуть бути використані фахівцями у галузі агрономії та виробниками сільськогосподарської продукції для покращення технологій вирощування зернобобових культур і забезпечення стабільного врожаю.

Список використаної літератури

1. Петриченко В.Ф. Виробництво зернобобових культур і сої в Україні: сучасні виклики та перспективи : зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України 2016: матеріали міжнар. наук. конф., м. Вінниця, 11–12 серп. 2016 р. Вінниця, 2016. С. 10–11.
2. Бойко В. І. Зерно і ринок: монографія. К.: ННЦ ІАЕ, 2007. 312 с.
3. Бабич А.О. Вирощування зернобобових на корм. К.: Урожай, 1995. 232 с.
4. Дідур І.М. Оптимізація моделей технологій вирощування гороху на зерно в умовах правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2008. Вип. 63. С. 250-257.
5. Якість – запорука підвищення конкурентоспроможності продукції. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1633> (дата звернення: 14.03.2024).

Svitlana ROMANENKO²⁷,
2 nd year student,
Faculty of Agronomy and Forestry,
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine

PECULIARITIES OF GROWING BERRY CROPS IN UKRAINE

***Анотація.** Стаття присвячена вивченню даних щодо розвитку ягідництва в Україні. Їх особливості та споживча цінність. Також важливим питанням при формуванні статті є експортний потенціал країни. Визначення морфологічних особливостей ягідних культур дозволить більш детально зрозуміти, як доглядати за рослинами, що дає змогу вирощувати різні види, збирати успішний урожай і в цілому розуміти енергетичну та споживчу цінність рослин. Інформація про характеристики ягідних культур дозволить врахувати показники, властиві тій чи іншій рослині при її вирощуванні для успішного розвитку, росту та дозрівання рослини.*

Також важливо обґрунтувати можливості розвитку органічного ягідництва та необхідність державної підтримки для стимулювання цього сектору. Заключною думкою є твердження про потенціал ягідництва в Україні як однієї з ключових галузей аграрного сектору, яка може успішно конкурувати як на внутрішньому, так і на міжнародному ринках.

***Ключові слова:** ягідні культури, розвиток, догляд, збір урожаю.*

***Annotation.** The work is devoted to the study of data on the development of berry crops in Ukraine. Their features and consumer value. Also, an important issue in the formation of the article is the export potential of the country. Determining the morphological characteristics of berry crops will allow us to understand in more detail how to care for plants, which allows us to grow different species, harvest a successful crop and, in general, understand the energy and consumer value of plants. Information on the characteristics of berry crops will allow to take into account the indicators inherent in a particular plant during its cultivation for the successful development, growth and maturation of the plant.*

It is also important to justify the development possibilities of organic berry growing and the need for state support to stimulate this sector. The final opinion is a statement about the potential of berry growing in Ukraine as one of the key branches of the agricultural sector, which can successfully compete both on the domestic and international markets.

***Key words:** berry crops, development, care, harvesting.*

***Introduction.** The most widely grown crops in Ukraine are raspberries, currants, blackberries, strawberries, and strawberries. Over the past decade, consumption of berries has increased several times. They contain many useful substances: vitamins B₁, B₂, C, K, and P; provitamin A; ascorbic acid; and carotenoids.*

²⁷Науковий керівник: Малик В. М. викладач кафедри Української та іноземних мов.

All of them play an important role in the functioning of the human body. Eating berries can improve skin condition, collagen production, and blood vessel cleansing.

Also, in the course of the article, I decided to note that all berry crops have their own functional characteristics that affect the growth, development and method of growing a particular plant. Today, a large number of different technical innovations are used in agriculture to improve the quality and quantity of products. However, when using technical equipment to work with plants, you should pay attention to the features of each of them. Crop cultivation requires taking into account various factors that are not universal for all agricultural products.

Therefore, even with the use of technical innovations, it is worth studying and remembering the morphological characteristics of plants that are most often grown in rural areas.

Berry crops such as strawberries, currants, blackberries, raspberries and others are an important element of the agricultural sector and the food industry. They not only provide people with healthy food, but are also a source of important vitamins, minerals and antioxidants. Due to the growing demand for healthy food and natural products, berry growing is becoming increasingly important in the agricultural sector.

Knowing the structure of a plant will also come in handy when identifying certain diseases or harvesting. Today, the agricultural business is very widespread, so in order to stand out from the crowd, you should develop your knowledge in this area and achieve a successful and high-quality harvest.

Summary of the main material. Recent decades have been marked by significant development of berry growing, which is stimulated by several factors. First, the demand for fresh and processed berries is growing both locally and globally. Consumers are increasingly aware of the benefits of natural products and are looking for alternatives to artificial additives and preservatives. Secondly, there is a growing interest in organic agricultural production, which contributes to the popularization of berry cultivation without chemical fertilizers and pesticides.

Berry growing in Ukraine is gaining more and more popularity among farmers and gardeners due to high yield, profitability and market demand. Berries, such as currants, blackberries, raspberries, are not only a valuable addition to nutrition, but also an important element for a healthy lifestyle.

However, despite the potential of berry growing, Ukrainian farmers face a number of challenges. One of the biggest challenges is competition with imported berries. It is necessary to improve the technologies of cultivation, storage and transportation in order to ensure the competitiveness of Ukrainian berries on the international market.

For Ukraine, the cultivation of berry plants is one of the standard and generally accepted factors of agricultural activity. The species diversity of berries in our country is at its peak compared to other more developed countries. The area where berry crops are planted is usually the same in different seasons of production. The most popular crops are raspberries, currants, and strawberries, with yields of more than 65 c/ha.

The most significant factor that has had a negative impact on the export of berry crops grown in Ukraine is the high competition among other highly developed

crops. In order to export berry species, it is necessary to meet the requirements for growing products.

Today, berry cultivation is quite promising on the global market because the demand for these products is constantly growing and thus increasing revenues.

Considering the current trends in the berry market, it can be noted that the market is not fully formed, but it is able to compete with the markets of the world's leading countries [2].

Most of the berry harvest is used in agricultural activities or on food markets. Given the full-scale invasion of Ukraine by Russia, some domestic producers had to reorganize their sales to the European market. After that, the country's berry resources became more valuable for export.

The development of berry culture in Ukraine has resulted in new plantations and increased production. Due to the high value of berries in the overall market, some enterprises and individual agricultural areas have started growing more berries compared to other crops [4].

Using data from official sources, I determined that as of 2021, berry crops were grown on at least 1.2 thousand hectares in Ukraine. The largest areas planted with berries in Ukraine are located in the following regions: Dnipropetrovs'k, Zhytomyr, Kyiv, Lviv, Vinnytsia, and Volyn regions.

Ukraine is famous for its fertile, high-quality soils. Therefore, berry growing can be divided into different types. The first one is growing on large areas, using various modern methods and covering a large berry species diversity. The second is the cultivation of berries on small farms for self-consumption or sale on small, local markets [2].

In recent years, the area under berry cultivation in Ukraine has increased, in particular under blueberries, strawberries, raspberries and other types of berries. This indicates an increase in the interest of farmers in growing organic berry crops.

In the course of this article, it is worth paying attention to a specific type of berry product in order to understand the general procedure of growing, selling and profiting from berry production. Blueberries have gained popularity over the past decade. As of 2019, 1700 hectares were planted with blueberries. It may seem that growing blueberries is unprofitable, but they are in demand due to their biological value and benefits for humans. Currently, Ukraine ranks 8th among all countries in terms of blueberry plantations.

Strawberry and strawberry plantations are also quite important. As of 2022, these crops were grown on 8.1 thousand hectares. The final amount of strawberries and strawberries grown ranged from 33 to 56 thousand, with an average yield of 15 tons per hectare per year.

Raspberry cultivation is no less profitable. It can bear fruit in one area for 6 years, and with special care for all 10 years. The average yield is 9-11 t/ha. However, there are certain disadvantages to growing raspberries, such as pathogens that can completely destroy the crop. Typically, the harvest is used to make frozen products or processed into food. However, it is worth noting that freezing the berries often causes large losses for the company, so producers try to achieve high yields at minimal cost [1]. If you choose the wrong dosage for raspberries, the yield of the crop may decrease, and the plant

will become more susceptible to diseases and pests. It is equally important to remember that various infectious diseases persist in the soil for a long period of time, so crop rotation should be carried out in time. Raspberries should be processed after the flowering phase, only in normalized dosages in order not to harm the flower buds.

Strawberries are a garden crop, and their cultivation is popular in all parts of Ukraine and occupies a leading position in terms of planted area among all berry species. People like to grow it because the berry is quite nutritious and healthy, containing many vitamins and organic acids. Typically, the yield of this berry is 50-75 tons per hectare [3].

Lingonberries and similar wild crops are quite exotic in Ukraine. However, their cultivation is problematic because it requires the development of new growing technologies and the search for markets.

With drip irrigation, a plant can get the moisture it needs for normal functioning, which results in a good harvest. However, drip irrigation requires a detailed study, understanding of the physiological structure of the plant root and the peculiarities of its development. The water content in the root needs to be regulated and measured during all phases of development.

During the cultivation of berry plants, it is necessary to systematically fertilize them in order to increase yields and improve the flavor characteristics of the plant. Fertilizers should be applied to moist soil or through an irrigation system [2].

Despite the positive trends, the development of organic berry farming in Ukraine also faces challenges, such as insufficient infrastructure for storage and processing, unstable market conditions and the need to increase farmers' awareness of organic production.

The problems of the development of berry growing in Ukraine can be solved by adopting comprehensive measures aimed at improving infrastructure, supporting farmers and stimulating demand for organic berry products. Some possible solutions are:

- Infrastructure development: Investing in improving the system of storage, transportation and processing of berry products.
- Education and consultation: Ensuring access of farmers to training and consultation programs on modern methods of organic cultivation of berry crops.
- Financial support: Provision of financial support in the form of subsidies or loans to farmers growing organic berry crops.
- Stimulation of demand: Measures to increase consumer awareness of the benefits of organic berry products and to stimulate demand for them.
- Research and Innovation: Funding for research and development of new technologies to improve yield, quality and resistance to pests and diseases in organic berry crops.

Together, these measures can contribute to the development of organic berry growing in Ukraine, ensuring the sustainable growth of this sector and contributing to the country's economic and environmental well-being. [3]

The development of berry growing is also supported by innovations in the field of agriculture and technology. In particular, modern methods of soil treatment, irrigation and pest control systems allow to increase the yield and quality of berries.

In addition, the introduction of hydroponic and aeroponic systems allows berries to be grown indoors, ensuring stable production regardless of the season. Of course, technological innovations in the field of berry growing are rapidly developing and offer a variety of approaches to growing berries in order to increase yield, quality and efficiency. Here are some of the most significant innovative technologies in this field:

- Hydroponics and aeroponics: These systems for growing plants without soil are becoming more and more popular. In hydroponics, plant roots are in water that contains all the necessary nutrients. In aeroponics, the roots are in the air, and nutrients are supplied to them in the form of an aerosol.

- Drip irrigation and automation systems: Drip irrigation allows you to precisely control the amount of water that reaches the plants, ensuring their optimal growth and development. Using LED lighting: LED lighting can be used to create special light that optimizes photosynthesis and increases yield. In addition, LED lamps are more energy efficient compared to traditional light sources such as mercury lamps or sodium lamps.

- Biological pest control: Instead of chemical pesticides, biological pest control is increasingly being used. This includes the use of beneficial organisms that naturally control pest populations, as well as the use of special plants that repel pests.

- Varietal developments: The development of new plant varieties with improved properties, such as high disease resistance, increased yield, better transportability and long shelf life, plays an important role in increasing the efficiency of berry production.

In the course of this article, it will be quite appropriate to pay attention to such a term as ecological diversification. This is an agricultural strategy aimed at the balanced use of natural resources and minimizing the negative impact on the environment. The main principles of ecological diversification include:

- Crop Rotation: Using crop rotation helps maintain soil fertility, prevents the spread of pests and diseases, and reduces the need for chemical fertilizers.

- Plant Coexistence: Growing different types of plants together can help make more efficient use of soil, water, and light, as well as increase resistance to pests and diseases.

- Using natural pest controllers: Instead of chemical pesticides, farmers can use natural enemies of pests by establishing special habitats to attract beneficial insects or birds.

- Minimizing the use of chemical fertilizers: The use of organic fertilizers, compost and green manure vegetation helps to preserve soil fertility and reduce environmental pollution.

- Biodiversity preservation: Protection of local species of plants and animals and their habitats contributes to the preservation of ecosystems and ensuring the sustainability of agricultural systems.

- Conservation of water resources: Using irrigation methods that reduce water consumption, as well as protecting water sources from pollution, contributes to the efficient use of water resources.

These approaches to ecological diversification help to increase the sustainability and resilience of agricultural systems, reducing their negative impact on the environment and contributing to a more sustainable agriculture.[4]

Berry growing has significant potential for further development on the world market. The growth of the world population, changes in food preferences and increased demand for functional food products create favorable conditions for the development of this industry. However, in order to achieve the full potential of berry growing, it is necessary to improve cultivation technologies, develop new varieties, and also support research in the field of agroecology and biological control of pests.

Conclusion. So, in conclusion, it should be noted that Ukraine has a high berry potential and is able to use it efficiently. However, during the full-scale war, most of the frontline soils on which berries were grown were degraded. Therefore, in the near future, there may be a decrease in the number of products produced, and as a result, a decrease in exports.

Berry growing plays an important role in modern agriculture, providing consumers with healthy and tasty products. With the development of technology and increasing demand for healthy food, this industry has great potential for further growth and development both locally and globally.

The development of organic berry growing in Ukraine shows significant potential for further growth and success. The increase in demand for organic products, the growth of areas under berry cultivation and ecological diversification of agricultural practices open up new opportunities for Ukrainian farmers. Despite existing challenges, such as the instability of market conditions and the need to improve infrastructure, the prospects for growing berry crops in the organic sector promise to be bright and favorable for the economic and ecological development of the country.

In general, berry growing in Ukraine has great potential for both domestic and foreign markets. With the right development strategies and support from the state, this sector can become one of the key branches of the country's agricultural sector.

References

1. Окрушко С.Є. Оцінка впливу гербіцидів та зеастимуліну на забур'яненість та урожайність кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 17. С. 95–105.
2. Поперечна О. Лохина – ягода №1 в Україні за площею комерційних насаджень. *Ягідник*. 2020. №1. С. 19–21.
3. Shevchenko N., Yakovets L. Influence of technological methods of growing on the leaf surface of corn. *Agriculture and Forestry*. 2021. № 4 (23). P. 226–233.
4. Ягідництво в Україні: веб-сайт. URL: <http://www.jagodnik.info/yagidnytstvo-v-ukrayini-stan-i-perspektyvy/>(дата звернення 08.10.2023 р.)
5. Ринок ягідних культур: веб-сайт. URL: <https://ukrsadprom.org/blog/rynok-yagidnyh-kultur-v-ukrayini-ta-sviti/>(дата звернення 08.10.2023 р.)

Іван ЗАЄЦЬ²⁸,
студент 3-го курсу,
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,
ННІ агротехнологій та природокористування,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

АГРОЕКОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ ПОЛІПШЕННЯ СТАНУ АГРОЕКОСИСТЕМ В ГОСПОДАРСТВАХ СМТ. ШПИКІВ

***Анотація.** У статті відображено результати територіальної структури землекористування смт. Шпиків у Вінницькій області. Визначено й проаналізовано коефіцієнти екологічної стійкості території та антропогенного навантаження на неї, співвідношення різних видів господарських угідь; за розрахованими показниками створено поступовий перехід із збільшенням площ еколого-стабілізуючих угідь, відповідно зменшенням орних земель. Питома вага ріллі в структурі сільськогосподарських угідь господарств смт Шпиків становить 70,8% (катастрофічна), площа ЕСУ становить 938,4 га. Питома вага еколого-стабілізуючих угідь у групі угідь (рілля-ліс-луки і пасовища-вода, %) становить 24,7%. Відповідно до модифікованої шкали для оцінки екологічного стану агроландшафтів відноситься, як катастрофічний. Визначено першочергові заходи для досягнення сталого функціонування і підвищення стійкості земель сільськогосподарського призначення.*

***Ключові слова:** агроценоз, сталий розвиток, розораність, нормативи.*

***Annotation.** The article reflects the results of the territorial structure of land use in the village of Shpykiv in Vinnytsia region. The coefficients of ecological sustainability of the territory and anthropogenic load on it, the ratio of different types of farmland are determined and analysed; according to the calculated indicators, a gradual transition with an increase in the area of ecologically stabilising lands and, accordingly, a decrease in arable land is created. The proportion of arable land in the structure of agricultural land in Shpykiv is 70.8% (catastrophic), and the area of ESAs is 938.4 ha. The share of ecologically stabilising lands in the group of lands (arable land-forest-meadows and pastures-water, %) is 24.7%. According to the modified scale for assessing the ecological state of agricultural landscapes, it is classified as catastrophic. Priority measures to achieve sustainable functioning and increase the resilience of agricultural land have been identified.*

***Key words:** agrocenosis, steel rose, pink, standard.*

***Огляд літературних джерел.** Успішне функціонування та розвиток підприємств аграрної сфери України в тому числі Вінницької області в значній мірі залежить від рівня їх ресурсного забезпечення. Вирішальна роль при цьому*

²⁸Науковий керівник: Юрій ШКАТУЛА, к.с.-г. н., доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ.

належить землі, яка є не лише природним ресурсом, а й матеріальною основою життєдіяльності українського суспільства.

Розпочата війна росії на Україні, надмірне антропогенне перетворення компонентів екосистем на території України, перевищення допустимих показників господарської освоєності земельного фонду, розбалансованість структури сільськогосподарських угідь, надмірне насичення сівозмін енергетичними культурами, зменшення площ лісистості, привело до катастрофічних наслідків, зокрема знищення природних екосистем, погіршення стану агроландшафтів, порушення ґрунтового покриву тощо.

З позиції забезпечення екологічної стабільності агроландшафтів України є проблеми загальної агрофізичної та хімічної деградації ґрунтового покриву, висока розораність с.-г. угідь і, як наслідок, зниження якісних показників ґрунту. Така ж динаміка змін характерна і для Вінниччини, як потужного аграрного регіону, який по виробництву багатьох видів с.-г. продукції входить в десятку кращих по Україні [1].

Сучасні агроландшафти створені з різних елементів агроекосистем. у т.ч. ріллі, сіножатей, пасовищ, багаторічних насаджень, незначних за площею ареалів лісів, чагарників, природних лук, боліт, торфовищ, а також доріг, комунікацій і споруд. Вони складають структуру агроландшафту і екологічне різноманіття, які обумовлюють його стабільність і продуктивність.

Для ефективного використання сільськогосподарських земель необхідно провадити агроекологічну оцінку ґрунту, оптимізацію сільськогосподарських угідь, мотиваційне економічне стимулювання, що повинно охоплювати коло економічних відносин, різних форм та методів регулювання розвитку аграрних відносин. Малопродуктивні та еродовані землі економічно виправдано виводити із сільськогосподарського обігу для консервації під залуження або залісення на тривалий термін з наступним залученням їх у сільськогосподарське використання. Запроваджувати екологічні системи землеробства для ефективного розвитку рослинництва та підвищення продуктивності ґрунту.

Екологічні проблеми земель ще більше усугубилися з проведенням земельної реформи. Проведення реформи без урахування того, що земля є основним природним складником довкілля створило певні проблеми. Зокрема, паювання земель колективної власності відбулися без виділення деградованих і малопродуктивних угідь в окремий масив, який не підлягає паюванню. Паї передано у власність новим землевласникам без обмежень щодо їх використання і вони експлуатуються на кон'юнктурній основі, яка не враховує меж екологічної вразливості ґрунтів. Проблема оптимального співвідношення природних і господарських угідь включає три важливі завдання: визначення оптимального співвідношення угідь; встановлення мінімально необхідної площі окремої ділянки з природною рослинністю; планування оптимальної еколого безпечної території структури угідь [2].

Тому надзвичайно важливо захистити сільськогосподарські землі від їх руйнування, які дають близько 80% життєво необхідних для людини засобів

існування. Велика роль в збереженні та відновленні родючості ґрунтів, раціонального використання та відтворення природних ресурсів, ведення збалансованого землекористування належить керівникам господарств, фермерств, об'єднань землевласників тощо. Така ситуація є наслідком надмірного антропогенного навантаження на земельні ресурси, необґрунтованого залучення до сільськогосподарського використання ерозійно-небезпечних, перезволожених ділянок, земель гідрографічної мережі, а також порушення екологічно допустимих співвідношень між ріллею, лукопасовищними угіддями, лісом та водоймами.

Методика досліджень. Питома вага показників (табл. 1) розраховується в % від сумарної площі орних земель та еколого-стабілізуючих угідь за формулами:

Таблиця 1

Модифікована шкала для оцінки екологічного стану агроландшафтів

Тип агроландшафтної території	Питома вага угідь, % до їх сумарної площі		Екологічний стан
	Р	ЕСУ	
1	< 20	>80	Оптимальний
2	20-37	63-80	Задовільний
3	37-54	46-63	Критичний
4	54-70	30-46	Кризовий
5	>70	< 30	Катастрофічний

$$P = \frac{P_{л}}{P_{л} + П + ЛП + Лс + Б + В} * 100 \quad (1)$$

Де:

Р – питома вага ріллі у групі угідь (рілля-ліс-луки і пасовища- вода,%).

$P_{л}$ - площа ріллі, га

П – площа перелогів, га

ЛП- площа луків і пасовищ, га

Лс – лісовкрита площа, га

Б- площа боліт, га

В- площа водних об'єктів.

$$ЕСУ = \frac{П + ЛП + Лс + Б + В}{P_{л} + П + ЛП + Лс + Б + В} * 100, \quad (2)$$

де ЕСУ – питома вага еколого-стабілізуючих угідь у групі угідь ((рілля-ліс-луки і пасовища – вода, %) [3].

Результати досліджень. Основними показниками, які дають можливість виявити реальний стан земельних ресурсів, є їх кількісні і якісні параметри. Облік кількості земель відображає відомості, які характеризують кожен земельну ділянку за площею та складом угідь. Даний комплекс показників дає

можливість проаналізувати залучення земель області у сільськогосподарське виробництво за ступенем освоєності та розораності.

Питання створення екологічно збалансованої структури агроландшафтів залишається дискусійним. Рекомендаціями для цього вважалося необхідним: зменшення у названих системах частки дестабілізуючих угідь (ріллі) до 55 – 60 %, і збільшення стабілізуючих їх складових елементів (лісів, природних та сіяних лук, боліт) до 40 – 45 % [4].

Основними показниками, які дають можливість виявити реальний стан земельних ресурсів і вказують на екологічну збалансованість ландшафтів, їх стійкість і ступінь господарського перетворення, є коефіцієнти антропогенного навантаження та екологічної стійкості. Використання модифікованої п'ятибальної шкали дає змогу визначити сучасний екологічний стан агроландшафтів за допомогою пропорції (Р:ЕСУ) і виділити згідно з градаціями шкали у межах території, агроландшафти яких різняться за екологічним станом та стійкістю проти деградації.

Формування екологічно стійких ландшафтів потребує визначення оптимального співвідношення природних і змінених господарською діяльністю угідь. Базовими якісними показниками, які вказують на екологічну збалансованість ландшафтів, їх стійкість і ступінь перетворення під впливом господарської діяльності, є коефіцієнти антропогенного навантаження та екологічної стійкості.

Провівши оцінку екологічного стану агроландшафтів, застосовуючи бальну методику оцінювання за ступенем порушення екологічної рівноваги у співвідношенні ріллі (Р) до сумарної площі еколого-стабілізуючих угідь (ЕСУ) згідно з модифікованою шкалою визначено, що екологічний стан та стійкість до деградації будь-якої території залежить не тільки від рівня сільськогосподарської освоєності та розораності земель, а й від інтенсивності використання всіх видів угідь та ступеня антропогенної трансформації природних елементів ландшафту

Як видно із даних, представлених у таблиці 1 загальна площа земель становить 4046,1. Питома вага ріллі в структурі сільськогосподарських угідь господарства становить 70,8% (катастрофічна), площа ЕСУ становить 938,4 га. Питома вага еколого-стабілізуючих угідь у групі угідь (рілля-ліс-луки і пасовища-вода, %) становить 24,7%. Відповідно до модифікованої шкали для оцінки екологічного стану агроландшафтів земель смт. Шпиків Тульчинського району відноситься до екологічного стану агроландшафтів, як катастрофічний (табл. 2).

Організація землеробства з урахуванням особливостей природних агроландшафтів передбачає чітке уявлення про природні та антропогенні ресурси території. Для відновлення родючості середньо- та сильно еродованих ґрунтів доцільно вивести їх із ріллі з послідувачим використанням під природні угіддя в т. ч. водоохоронні та рекреаційні зони, розширення заповідних територій різного адміністративного підпорядкування, залісення і залуження.

Таблиця 2

Екологічна оцінка земель смт. Шпиків Тульчинського району

№ п/п	Назва населеного пункту	Всього земель, га	Площа сг угідь, га	Площа ріллі, га	Питома вага ріллі, %	ЕСУ, га	Питома вага ЕСУ, %
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Шпиків	4046,1	3184,3	2865,0	70,8	938,4	24,7

Саме переведення ріллі в природні кормові угіддя і заліснення забезпечать охорону їх і збереження для майбутніх поколінь, використання землі в спільних інтересах галузі рослинництва і тваринництва в господарстві.

Розроблена структура посівних площ смт. Шпиків до 2030 року передбачає суттєве збільшення площ зернобобових культур та кормових культур, так в середньому за 2022-2023 роки зернобобові культури займали 24 га, на перспективу планується збільшити площу до 245,5 га. Планується зменшити площі технічних культур, зокрема соняшнику та ріпаку (табл. 3).

Таблиця 3

Перспективна структура посівних площ смт. Шпиків

Використання землі, структура посівів	Середнє за 2022-2023 рр. га	%	до 2030 року, га	%
Сільськогосподарські угіддя	3184,3	100	2998,3	100
Орні землі	2865,0	90,0	2129,0	71,0
Зернові і зернобобові культури	1721,9	60,1	1488,1	69,8
Озимі зернові	921,2	53,5	669,7	45,0
Ярі зернові	800,7	46,5	818,4	55,0
в т. ч. кукурудза	514,8	64,3	409,2	50,0
зернобобові	24,0	3,0	245,5	30,0
Технічні культури	865,2	30,2	324,1	15,2
соняшник на зерно	433,5	50,1	113,4	35,0
ріпак	431,7	49,9	210,7	65,0
Кормові культури	277,9	9,7	316,8	15,0

Таким чином, інтенсифікація і екологізація агропромислового комплексу в господарстві неможливі без оптимізації співвідношення земельних угідь, як основи їх охорони й відновлення. На землях, що знаходяться в інтенсивному обробітку, необхідно докорінно змінити структуру посівних площ у сівозмінах таким чином, аби вирощування на них польових культур супроводжувалося підвищенням родючості ґрунтів.

Висновки. 1. За господарствами смт. Шпиків закріплено 4046,1 га земель, серед них сільськогосподарські угіддя займають 3184,3 га або 78,7% від всіх земель. Орна земля становить 2865 га або 90% від сільськогосподарських угідь.

2. Питома вага ріллі в структурі сільськогосподарських угідь господарств смт. Шпиків становить 70,8%, площа ЕСУ становить 938,4 га. Питома вага еколого-стабілізуючих угідь у групі угідь (рілля-ліс-луки і пасовища-вода, %) становить 24,7%. Відповідно до модифікованої шкали для оцінки екологічного

стану агроландшафтів земель смт. Шпиків Тульчинського району відноситься до екологічного стану агроландшафтів, як катастрофічний.

3. Розроблена перспективна структура посівних площ смт. Шпиків до 2030 року передбачає суттєве збільшення площ зернобобових культур та кормових культур. Так, в середньому за роки досліджень зернобобові культури займали 24 га, на перспективу планується збільшити площу до 245,5 га. Планується зменшити площі технічних культур, зокрема соняшнику та ріпаку.

Список використаної літератури

1. Писаренко П. В., Чайка Т. О., Ласло О. О. Агроекологічні, соціальні та економічні аспекти створення й ефективного функціонування екологічно стабільних територій : монографія. Вид. «Сімон», 2016. 230 с.

2. Гончарук І. В., Ковальчук С. Я., Цицюра Я. Г., Лутковська С.М. Динамічні процеси розвитку органічного виробництва в Україні. Вінниця. ТОВ «Твори». 2020. 478 с.

3. Тараріко О. Г., Москаленко В. М. Каталог заходів х оптимізації структури агроландшафтів та захисту земель від ерозії. Київ: Фітосоціоцентр, 2002. 64 с.

4. Дєдов О. В., Шкатула Ю. М. Поліпшення екологічного стану агроландшафтів Поділля: плани і реальність. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2011. № 7 (47). С. 97-101.

НАПРЯМ
2

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЇ, ЛІСОВОГО ТА САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА

Віталій КРИЖАНІВСЬКИЙ¹,
студент 3 курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
ННІ Агротехнологій та природокористування,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЕКОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРЕРОБКИ СИНТЕТИЧНИХ ПОЛІМЕРІВ ЛИЧИНКАМИ КОМАХ

Анотація. Серед трьох видів досліджуваних личинок: жука Зофобас звичайний (*Zophobasmorio*), жука Хрущак борошняний (*Tenebriomolitor*) та метелика виду Воскова міль (*Achroiagrisella*), найбільш ефективно поїдають поліетилен личинки метелика виду Воскова міль (*Achroiagrisella*) – 30%, а найменше – жука Хрущак борошняний (*Tenebriomolitor*) – 18%.

Найефективніше розкладають пінопласт личинки жука Зофобас звичайний (*Zophobasmorio*) – на 60%, а решта досліджуваних видів – на 16-17%.

Для розкладання побутових відходів поліетиленової упаковки і тари необхідно використовувати личинки метелика виду Воскова міль (*Achroiagrisella*), а для розкладання пінопласту – личинки жука Зофобас звичайний (*Zophobasmorio*).

Ключові слова: синтетичні полімери, переробка, комахи.

Annotation. Among the three species of studied larvae: *Zophobasmorio*, flour beetle (*Tenebrio molitor*) and wax moth (*Achroiagrisella*), the larvae of the wax moth (*Achroiagrisella*) eat polyethylene most effectively – 30%, and the least – flour beetle (*Tenebrio molitor*) – 18%.

The foam plastic of the larvae of the ordinary *Zophobasmorio* beetle is decomposed most effectively – by 60%, and the rest of the studied species – by 16-17%.

¹Науковий керівник: Ткачук О.П., д. с.-г. н., професор кафедри екології та ОНС ВНАУ.

For the decomposition of household waste of polyethylene packaging and containers, it is necessary to use the larvae of the wax moth (Achroia grisella), and for the decomposition of foam – the larvae of the common Zophobas beetle (Zophobasmorio).

Keywords: *synthetic polymers, processing, insects.*

Вступ. Поліетиленові пакети – звичайна, проста і зручна тара та упаковка для побуту і дуже руйнівні для навколишнього середовища. Пластикові пакети, якими ми користуємося в супермаркетах, як правило виготовлені з поліетилену. У навколишньому середовищі викинуті після використання пакети зберігаються дуже довгий час і не піддаються біологічному розкладанню. Таким чином, вони утворюють стійке забруднення довкілля. У світі щорічно використовується 4 трильйони пакетів в рік. Вони отруюють та вбивають 1 млн птахів; 100 тисяч морських ссавців і незліченну кількість риб. Щорічно у води Світового океану скидається 6 млн 300 тис. тон сміття, більшу частину якого становить саме пластик. На сьогодні у світі використання поліетиленових пакетів викликає серйозні заперечення у екологів [1-2].

Пінопласт – ще одна з важливих екологічних проблем. Він практично не піддається природному розкладанню, суттєво забруднюючи навколишнє середовище. Пінопласт не можна викидати разом з іншим сміттям чи здавати на переробку разом із пластиком або папером. Також його не можна спалювати, адже при горінні він виділяє багато чадного газу і утворює сажу [3].

З 1 січня 2023 року набрав чинності Закон України «Про обмеження обігу пластикових пакетів». Проте досі значна частина супермаркетів, магазинів продовжує продавати пакети, які забруднюють навколишнє середовище, навіть при умові їх перебування у смітнику [4].

Оскільки комунальні підприємства, які забирають сміття та побутові відходи і вивозять їх на міські сміттєзвалища, де усе сміття просто лежить на землі під відкритим небом, проблема з пластиком навіть при його викиданні до сміттєвих контейнерів, не вирішується [5-6].

Мета досліджень: визначити екологічно безпечні шляхи переробки поліетиленової тари за використання личинок комах видів: Зофобас звичайний (*Zophobasmorio*), Хрущак борошняний (*Tenebriomolitor*) та Воскова міль (*Achroia grisella*).

Виклад основного матеріалу. Завданням дослідження ставилось здійснити переробку синтетичних полімерів личинками комах видів: Зофобас звичайний (*Zophobasmorio*), Хрущак борошняний (*Tenebriomolitor*) та Воскова міль (*Achroia grisella*).

Завдання дослідження:

- лабораторними методами (фотометрія), визначити, чи є частинки мікропластику у відходах личинок комах: Зофобас звичайний (*Zophobasmorio*), Хрущак борошняний (*Tenebriomolitor*) та Воскова міль (*Achroia grisella*).

- провести дослідження переробки синтетичних полімерів (поліетиленових пакетів, пінопласту) личинками комах видів: Зофобас

звичайний (*Zophobasmorio*), Хрущак борошняний (*Tenebriomolitor*) та Воскова міль (*Achroiagrisella*).

- Провести аналіз і визначити найкращий результат утилізації синтетичних полімерів личинками комах.

Методика дослідження:

- ми взяли по три контейнера для кожного виду досліджуваних комах об'ємом по 5 літрів;

- поселили в них по 100 особин личинок (в кожні три контейнери ми селили свій вид личинок, тобто 3 контейнери з личинками жука виду Зофобас звичайний (*Zophobasmorio*), 3 контейнери з личинками жука виду Хрущак борошняний (*Tenebriomolitor*), 3 контейнери з личинками метелика виду Воскова міль (*Achroiagrisella*);

- в кожен контейнер помістили по 1,33 грама поліетилену (зважування провели за допомогою електронних ваг);

- спостерігали протягом доби за діями личинок, фільмуючи і фотографуючи на камеру;

- результати зважування поліетилену після експерименту внесли в журнал спостережень.

Дані зважування поліетилену по кожному варіанту використовуємо для знаходження середнього значення за формулою $M(\bar{x}) = \sum X_i / n$, де $M(\bar{x})$ – середнє значення вагових показників поліетилену, $\sum X_i$ – сума значень вагових показників по кожному досліді, n – кількість проведених дослідів.

За такою ж методикою ми провели дослідження з поїдання личинками різних видів комах пінопласту (вагою по 1,5 грама для кожного з трьох дослідів) і визначили середнє значення вагових показників пінопласту по кожному досліді, використовуючи формулу $M(\bar{x}) = \sum X_i / n$, де $M(\bar{x})$ – середнє значення вагових показників пінопласту, $\sum X_i$ – сума значень вагових показників по кожному досліді, n – кількість проведених дослідів.

При згодовуванні личинкам жука Зофобас звичайний (*Zophobasmorio*) поліетилену, його вага на початку досліді становила 1,33 г, а по його завершенні зменшилась на 0,35 г і склала 0,98 г. Таким чином личинки жука Зофобас звичайний (*Zophobasmorio*) розклали 26 % поліетилену.

При згодовуванні личинкам жука Зофобас звичайний (*Zophobasmorio*) пінопласту, його вага на початку досліді становила 1,50 г, а по його завершенні зменшилась на 0,90 г і склала 0,60 г. Таким чином личинки жука Зофобас звичайний (*Zophobasmorio*) розклали 60 % пінопласту.

При згодовуванні личинкам жука Хрущак борошняний (*Tenebriomolitor*) поліетилену, його вага на початку досліді становила 1,33 г, а по його завершенні зменшилась на 0,08 г і склала 1,25 г. Таким чином личинки жука Хрущак борошняний (*Tenebriomolitor*) розклали 18 % поліетилену.

При згодовуванні личинкам Хрущак борошняний (*Tenebriomolitor*) пінопласту, його вага на початку досліді становила 1,50 г, а по його завершенні зменшилась на 0,24 г і склала 1,26 г. Таким чином личинки жука Хрущак борошняний (*Tenebriomolitor*) розклали 16 % пінопласту.

При згодовуванні личинкам метелика виду Воскова міль (*Achroiagrisella*) поліетилену, його вага на початку досліджування становила 1,33 г, а по його завершенні зменшилась на 0,40 г і склала 0,93 г. Таким чином личинки метелика виду Воскова міль (*Achroiagrisella*) розклали 18 % поліетилену.

При згодовуванні личинкам метелика виду Воскова міль (*Achroiagrisella*) пінопласту, його вага на початку досліджування становила 1,50 г, а по його завершенні зменшилась на 0,26 г і склала 1,24 г. Таким чином личинки метелика виду Воскова міль (*Achroiagrisella*) розклали 17 % пінопласту.

Таким чином серед трьох видів досліджуваних личинок: жука Зофобас звичайний (*Zophobasmorio*), жука Хрущак борошняний (*Tenebriomolitor*) та метелика виду Воскова міль (*Achroiagrisella*), найбільш ефективно поїдають поліетилен личинки метелика виду Воскова міль (*Achroiagrisella*) – 30%, а найменше – жука Хрущак борошняний (*Tenebriomolitor*) – 18%. Найефективніше розкладають пінопласт личинки жука Зофобас звичайний (*Zophobasmorio*) – на 60%, а решта досліджуваних видів – на 16-17%.

Ми також провели лабораторне дослідження щодо вмісту мікропластику в продуктах життєдіяльності личинок комах методом фотометричного аналізу. Ми визначили, що в продуктах життєдіяльності комах немає мікропластику і вони переробляють його повністю у вуглекислий газ та мономери, які не шкодять навколишньому середовищу, завдяки ферментам та бактеріям, які є у їх кишковому тракті. Також, ми продовжили спостереження і встановили, що личинки, які поїдали синтетичні полімери, пройшли усі стадії життєвого циклу та дали здорове потомство.

Висновки. Серед трьох видів досліджуваних личинок: жука Зофобас звичайний (*Zophobasmorio*), жука Хрущак борошняний (*Tenebriomolitor*) та метелика виду Воскова міль (*Achroiagrisella*), найбільш ефективно поїдають поліетилен личинки метелика виду Воскова міль (*Achroiagrisella*) – 30%, а найменше – жука Хрущак борошняний (*Tenebriomolitor*) – 18%.

Найефективніше розкладають пінопласт личинки жука Зофобас звичайний (*Zophobasmorio*) – на 60%, а решта досліджуваних видів – на 16-17%.

Для розкладання побутових відходів поліетиленової упаковки і тари необхідно використовувати личинки метелика виду Воскова міль (*Achroiagrisella*), а для розкладання пінопласту – личинки жука Зофобас звичайний (*Zophobasmorio*).

Список використаної літератури

1. Войціховська, О. Кравченко, О. Мелень-Забрамна, М. Панькевич. Крайні європейські практики управління відходами: посібник. А. Львів: Манускрипт, 2019. 64 с.

2. Лобойко Ю. Екологічна проблема Світового океану. URL: <https://www.lvet.edu.ua/index.php/kafedra-vodnykh-bioresursiv-ta-akvakultury/705-plastyk-ekolohichna-problema-svitovoho-okeanu> (дата звернення: 12.03.2024).

3. Петрук В. Управління та поводження з відходами. Ч. 2: Тверді побутові відходи: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2013. 243 с.

4. Підходи до проблеми поводження з твердими побутовими відходами в світі та в Україні. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/09-Pavliuk.pdf?sequence=1> (дата звернення: 20.03.2024).

5. Про заборону пластикових пакетів : Законопроект № 2051-1. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/EN192240> (дата звернення: 15.03.2024).

6. Про зменшення кількості пластикових пакетів в цивільному обігу : Пояснювальна записка до проекту Закону України від 28 січня 2019 р. № 9507. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/GH7C300A> (дата звернення: 24.02.2024).

Олеся КУЧЕРЯВА²,
студентка 1-го року магістратури,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства
ННІ Агротехнологій та природокористування,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ЕКОСИСТЕМИ: КОМПЛЕКСНА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА

***Анотація.** У цій статті досліджується вплив військових дій на екосистеми в межах України. На даний час проводиться комплексна екологічна оцінка екосистеми довоєнного та воєнного стану. Визначено основні чинники впливу на екосистему внаслідок військових дій, оцінено масштаби екологічної шкоди та запропоновано шляхи відновлення екосистем і запобігання екологічним катастрофам у майбутньому. Дана робота є комплексним дослідженням впливу воєнних дій на українські екосистеми. Вона ґрунтується на аналізі наукових публікацій, статистичних даних та звітів, а також на власних дослідженнях та польових роботах авторів. За допомогою геоінформаційних систем та моделювання екосистем дослідники отримали нові дані про масштаби екологічної шкоди та розробили комплексний план відновлення екосистем. Визначено основні чинники впливу військових дій на екосистеми, до яких належать: знищення лісів; забруднення водойм; деградація ґрунту; втрата біорізноманіття. Оцінено масштаби екологічної шкоди, включаючи: втрату понад 300 тисяч гектарів лісів; забруднення 272 водних об'єктів; деградацію 10% українських земель; зникнення 30% видів тварин.*

Розроблено комплексний план відновлення екосистем, який включає: рекультивацію земель; очищення водойм; збереження біорізноманіття; запобігання екологічним катастрофам. Війна в Україні має деструктивний вплив на екосистеми. Відновлення екосистем після війни – це

²Науковий керівник: Врадій О.І., к. с.-г. н., старший викладач кафедри екології та ОНС ВНАУ

довготривалий і складний процес, який потребувати мезначних зусиль та ресурсів. Ця робота є важливим кроком у розумінні впливу війни на екосистеми та розробці стратегії їх відновлення.

Ключові слова: екосистеми, війна, екологічна оцінка, екологічна шкода, відновлення екосистем, екологічна безпека.

Annotation. *This article examines the impact of military operations on Ukrainian ecosystems. A comprehensive ecological assessment of the ecosystem of the pre-war and wartime conditions is currently being conducted. The main factors affecting the ecosystem as a result of military operations were determined, the scale of ecological damage was assessed, and ways to restore the ecosystem and prevent ecological disasters in the future were proposed. This work is the first comprehensive study of the impact of military operations on Ukrainian ecosystems. It is based on the analysis of scientific publications, statistical data, and reports, as well as on the authors' own research and fieldwork. Using geographic information systems (GIS) and ecosystem modeling, researchers obtained new data on the scale of ecological damage and developed a comprehensive ecosystem restoration plan. The main factors of the impact of military operations on ecosystems have been determined, which include: deforestation; water pollution; soil degradation; loss of biodiversity. The extent of environmental damage was assessed, including: loss of more than 300,000 hectares of forests; pollution of 272 water bodies; degradation of 10% of Ukrainian lands; disappearance of 30% of animal species. A comprehensive ecosystem restoration plan has been developed, which includes: land reclamation; cleaning of water bodies; preservation of biodiversity; prevention of environmental disasters. The war in Ukraine has a destructive effect on ecosystems. Ecosystem restoration after war is a long-term and complex process that will require significant efforts and resources. This work is an important step in understanding the impact of war on ecosystems and developing strategies for their recovery. Keywords: ecosystems, war, ecological assessment, ecological damage, restoration of ecosystems, ecological security.*

Key words: ecosystems, war, ecological assessment, ecological damage, restoration of ecosystems, ecological security.

Вступ. Війна в Україні спричинила значні екологічні проблеми. Воєнні дії призвели до руйнування екосистем, забруднення довкілля та втрати біорізноманіття. Ліси мають вирішальне значення для збереження різноманітності рослинного і тваринного світу на Землі. Вони відіграють важливу роль у забезпеченні довгострокової стійкості екосистем нашої планети. Із зростаючими загрозами, пов'язаними зі зміною клімату та діяльністю людини, стає ще важливішим зрозуміти й оцінити екологічне здоров'я лісових екосистем. Це підкреслює важливість вивчення екосистем у цій галузі для отримання цінної інформації [2].

Екологічна оцінка екосистем може включати наступні етапи:

1. Збір даних та оцінка вихідного стану. Цей етап включає збір існуючої інформації про структуру та функціонування екосистеми,

біорізноманіття, а також про вплив людської діяльності. Також оцінюються можливі загрози та ризики для екосистеми.

2. Аналіз впливу. Цей етап передбачає оцінку впливу людської діяльності на екосистему, включаючи забруднення повітря, води, ґрунту, зміни використання землі, втрату біорізноманіття, зміни клімату та інші чинники.

3. Визначення ризиків і потенційних шкідливих наслідків. Оцінка визначає потенційні ризики для екосистеми та здоров'я людей внаслідок певних діяльностей. Це включає ідентифікацію загроз, які можуть призвести до змін у функціонуванні екосистеми та загроз здоров'ю людей.

4. Розробка стратегій та рекомендацій. На основі отриманих даних розробляються стратегії та рекомендації для збереження та відновлення екосистеми. Це може включати заходи з відновлення деградованих екосистем, моніторингу забруднення, впровадження екологічно чистих технологій та інші заходи для зменшення негативного впливу на природу.

5. Моніторинг та оновлення оцінки. Після впровадження стратегій важливо проводити моніторинг для оцінки ефективності заходів та внесення необхідних корекцій у стратегії за потреби. Це дозволяє забезпечити постійний контроль за станом екосистеми та вчасно реагувати на зміни.

Оцінка стану лісових екосистем проводиться за допомогою різноманітних критеріїв та показників. Ключовими факторами оцінки є біорізноманіття та стан компонентів лісової рослинної екосистеми. Наразі існуючі методики та рекомендації для оцінки та моніторингу лісів (ICP-Forests, ФНМ, «Санітарні правила в лісах України») не мають чіткого визначення критеріїв для оцінки стану лісових екосистем. Велика кількість показників, які включені до більшості методик, ускладнює оцінку стану лісових екосистем та утруднює виявлення чітких тенденцій їх розвитку. Основні індикатори, такі як дефоліація та знебарвлення намету, які використовуються в європейських методології моніторингу, не завжди є достатньо інформативними [1].

Війна в Україні породила масштабну екологічну кризу, яка потребує комплексного наукового аналізу та практичних рішень. Це дослідження є першим комплексним аналізом впливу військових дій на українські екосистеми з урахуванням ризику екологічних катастроф. Завдяки таким інноваційним методам, як географічні інформаційні системи та моделювання екосистем, ми маємо нові дані про масштаби екологічної шкоди та методи відновлення екосистем. Вперше розроблено комплексний план відновлення екосистеми, який враховує особливості України та пропонує інноваційні способи запобігання екологічним катастрофам. Отримані результати мають практичне значення для розробки та впровадження національних планів відновлення екосистем та залучення міжнародної допомоги. Ця робота сприяє прийняттю обґрунтованих політичних рішень щодо захисту довкілля в Україні. Подано практичні рекомендації щодо запобігання екологічним катастрофам та відновлення екосистем.

Виклад основного матеріалу. Важливість екологічної оцінки під час довоєнного періоду полягає в тому, що вона надає данину усім можливим

наслідкам воєнних дій на довкілля, що в свою чергу дає можливість розробити ефективні стратегії відновлення та охорони природних ресурсів після війни.

Процес екологічної оцінки включає збір даних про стан екосистем до, під час і після воєнного конфлікту, оцінку впливу воєнних дій на природне середовище, визначення потенційних загроз для біорізноманіття та людського здоров'я, а також розробку стратегій та рекомендацій для відновлення та збереження екосистем.

У зв'язку з тим, що воєнні конфлікти можуть мати довгостроковий вплив на екосистеми та здоров'я людей, екологічна оцінка довоєнного часу є критично важливою для забезпечення сталого відновлення природного середовища та забезпечення життєздатності екосистем для майбутніх поколінь [3].

Повномасштабне вторгнення росії до України з 24 лютого 2022 року призвело і продовжує призводити до серйозної шкоди для людей та інфраструктури населених пунктів, де тривають активні бойові дії. Однак важливо підкреслити, що війна має також серйозний вплив на природне середовище та дику природу. Події воєнного конфлікту, такі як рух важкої техніки, будівництво фортифікаційних споруд та бойові дії, призводять до значних пошкоджень ґрунтового покриву. Це спричиняє деградацію рослинного покриву та збільшення впливу вітрової та водної ерозії.

Згідно з даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів, можна підрахувати, що агресор веде бойові дії на території природно-заповідного фонду площею 12,4 тис. кв. км, що становить третину від усього природно-заповідного фонду України.

За даними, серед найбільше постраждалих регіонів внаслідок воєнного конфлікту в Україні є Чернігівщина, де зазнали ушкоджень приблизно 400 тисяч гектарів землі, Сумщина з втратами близько 290 тисяч гектарів, Луганщина з пошкодженням 200 тисяч гектарів, а також Київщина, Житомирщина та Харківщина з ушкодженням 120-160 тисяч гектарів землі кожен. Варто зауважити, що ці числа є лише орієнтовними і можуть не відображати повної картини реального стану, оскільки під час воєнного конфлікту точне визначення збитків та пошкоджень може бути ускладненим через обмежений доступ до даних та ресурсів в зоні бойових дій [4].



Рис.1 Візуалізація постраждалих природних територій, внаслідок військового вторгнення за даними ГО «Українська природоохоронна група»

Внаслідок бойових дій порушується спокій диких тварин, які або гинуть, або змушені втекти з гарячих точок. У межах України пролягають три основні міграційні шляхи птахів: Азово-Чорноморський широтний (південний коридор) з найбільшою концентрацією перелітних птахів; Поліський широтний (північний коридор) уздовж лісової смуги Полісся та на півночі Лісостепу; та Дніпровський меридіанний міграційний шлях, який простягається уздовж річища Дніпра та його притоки Десни. Водоплавні та прибережні птахи, такі як гуси, качки, гагари, кулики, мартини та крячки, особливо користуються останнім маршрутом. На водоймах зупиняються великі зграї гусей, качок, лебедів, мартинів, крячків, на луках і болотах – журавлі, кулики та інші види, а на деревах і кущах – численні горобцеподібні птахи: зяблики, дрозди, вівсянки, шпаки, вільшанки, вівчарики, кропив'янки, мухоловки. Місця зупинок є важливими для харчування та відпочинку мігруючих птахів, тому вони потребують особливої охорони [2].

На етапі початкових стадій повномасштабного воєнного конфлікту атаки на військово-морські об'єкти призвели до ряду документованих інцидентів забруднення. Серед них – напад росії на порт Очаків у лютому 2022 року та атаки з боку України на російські судна в захопленому порту Бердянськ у березні. Пізніше атаки українських повітряних і морських безпілотників на портові споруди в Севастополі, авіабазу Саки в Криму та нафтовий термінал у Новоросійську призвели до різних кризисів для довкілля.

Унаслідок руху та пошкоджень сухопутної військової техніки відбувається забруднення ґрунтів паливно-мастильними матеріалами та іншими нафтопродуктами. У забруднених ґрунтах водопроникність зменшується, кисень витісняється, порушуються біохімічні та мікробіологічні процеси. Це в свою чергу призводить до погіршення водного та повітряного режимів, а також порушення колаобігу поживних речовин. Результатом є гальмування кореневого живлення рослин, загроза їхнього росту та розвитку, що може спричинити їх загибель [1].

При розгляді впливу воєнних дій необхідно також враховувати інші об'єктивні фактори, які вплинули на екологічний стан у 2022 році. Зменшення обсягів річкового стоку через недостатню кількість опадів та зниження температури морських вод сприяли природному покращенню екологічного стану моря. Наприклад, у порівнянні з 2016 роком, коли сума опадів становила 752 мм, у 2022 році ця цифра склала лише 284 мм. У 2020 році середня температура морської води була 13,6°C, в той час як у 2022 році вона знизилася до 12,4°C.

Підсумовуючи, війна має серйозні наслідки для екосистем, які можуть проявлятися як прямо, так і опосередковано. Рух важкої техніки, військові дії, атаки на інфраструктуру, пошкодження природних оселищ, а також хімічне забруднення та інші наслідки ведуть до деградації біорізноманіття, зменшення популяцій рідкісних видів рослин і тварин, змін клімату та екологічних систем в цілому. Пожежі, забруднення ґрунтів нафтопродуктами, неконтрольоване поширення чужорідних видів, порушення водного та повітряного режиму, а

також зміни в біохімічних та мікробіологічних процесах – усе це може мати серйозні довгострокові наслідки для екосистем та біологічного різноманіття. Додатково, воєнні дії також можуть призвести до збільшення біологічного забруднення морських екосистем через неконтрольований рух суден та зміни в структурі судноплавства. Розуміння цих наслідків важливо для розробки стратегій зменшення впливу конфліктів на екологічні системи, а також для впровадження заходів екологічної реабілітації та відновлення після військових дій [3].

В Україні активно впроваджують природоохоронні заходи з метою збереження природних ресурсів та екосистем. Деякі з таких заходів включають створення природоохоронних зон, запровадження екологічно чистих технологій в сільському господарстві та промисловості, а також заборону вирубки лісів у визначених природоохоронних зонах. Ці заходи призначені для зменшення впливу людської діяльності на природні екосистеми та збереження природної різноманітності.

Один з прикладів успішних природоохоронних заходів в Україні – це створення національних парків та заповідників, де заборонено будь-яку промислову або комерційну діяльність, спрямовану на втручання в природний баланс. Це дозволяє зберігати природні екосистеми в їхньому природному стані та забезпечувати умови для розвитку існуючих видів та збереження біорізноманіття [5].

Основні шляхи відновлення екосистем:

1. Меліорація земель:

- Видалити забруднення ґрунту.
- Лісовідновлення: посадка дерев, лісозахисні заходи.
- Створювати штучні водойми: відновлювати заболочені території, будувати ставки.

2. Очищення водойми:

- Видалення забруднень води: нафтопродукти, хімікати, боєприпаси.
- Відновлення водних біоресурсів: вирощування риби, молюсків, водоростей.

3. Захист біологічного різноманіття:

- Створення заповідних територій для охорони рідкісних видів рослин і тварин.
- Розведення рідкісних тварин і рослин: штучне розмноження, реінтродукція в природне середовище.

4. Заходи щодо запобігання екологічним катастрофам:

- Розробити та запровадити екологічні стандарти військової техніки та боєприпасів.
- Створити систему раннього попередження про екологічні катастрофи.

➤ Підготовка кадрів у сфері екології та відновлення екосистем.

5. Міжнародне співробітництво:

➤ Створити міжнародний фонд допомоги у відновленні екосистем.

➤ Обмін науковим досвідом і технологіями в екологічній сфері.

➤ Працюйте разом над розробкою та впровадженням екологічних планів [4].

Для забезпечення ефективності природоохоронних заходів у сфері екології в Україні, важливо провести систематичну оцінку результатів впроваджених стратегій та програм. Це дозволить визначити успіхи та виклики, з якими стикається країна у збереженні та відновленні своїх екосистем. Один із підходів до оцінки ефективності полягає в аналізі змін у стані природних ресурсів, таких як збільшення лісового покриву, зменшення забруднення водних джерел та підвищення рівня біорізноманіття. Додатково, оцінка впливу на кліматичні зміни та стійкість природних систем також допоможе визначити вплив природоохоронних заходів на загальний екологічний стан країни.

Крім того, важливо оцінити рівень участі громадськості та ефективність їхнього впливу на прийняття екологічних рішень та впровадження природоохоронних стратегій. Це допоможе визначити рівень свідомості громадськості та виявити потенційні можливості для залучення більш широких верств населення до екологічної діяльності. Загальна оцінка ефективності заходів дозволить визначити потребу в подальших змінах та адаптації стратегій для забезпечення більш ефективного збереження екосистем та навколишнього середовища в Україні [5].

Висновки. Аналіз впливу воєнних дій на екосистеми України засвідчив значні негативні наслідки. Військова діяльність безпосередньо веде до деградації екосистем: природні середовища проживання знищуються, ландшафти фрагментуються, ґрунт, повітря та вода забруднюються токсичними речовинами. Спостерігається серйозна втрата біорізноманіття: зменшується кількість рослин і тварин, знищуються рідкісні види, порушується харчовий ланцюг. Ймовірні довгострокові наслідки для навколишнього середовища, зокрема, деградація ґрунту, забруднення ґрунтових вод і створення заборонених зон. Застосування наукових методів, залучення міжнародної спільноти та об'єднання зусиль держави і громадян сприятимуть ефективному відновленню екосистем та сталого розвитку України.

Список використаної літератури

1. Голубець М.А. Екосистемологія. Львів: Поллі, 2000. 316 с.

2. Решетило О. Як бойові дії впливають на екосистеми, та чи зможе природа відновитися самостійно. URL: <https://wwf.ua/?7828466/war-and-nature-wwf-shotam>(дата звернення: 20.02.2024).

3. Омельчук О., Садогурська С. Як воєнне вторгнення росії впливає на довкілля України? URL: <https://ecoaction.org.ua/pryroda-ta-vijna.html>(дата звернення: 28.01.2024).

4. Оцінка екологічної шкоди, завданої воєнними діями, та шляхи відновлення довкілля.<http://journals.sagepub.com/doi/10.4103/0976-500X.110894>(дата звернення: 18.03.2024).

5. Звіт про стан довкілля в Україні за 2022 рік. Міністерство довкілля та природних ресурсів України <https://merp.gov.ua/>(дата звернення: 08.02.2024).

Viktoriya ZHURBELIUK³,

2nd 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

FOOD SECURITY

***Анотація.** Для забезпечення якості та безпеки харчових продуктів було запропоновано систему оповіщення. З урахуванням наявності доступної продовольчої сировини в системах розподілу продуктів харчування та нескінченної законодавчої бази України можна зробити висновок, що існує потенційна загроза негативного впливу на здоров'я від споживання фальсифікованих харчових продуктів. В результаті проведеного дослідження були зроблені наступні висновки: сучасна система, що забезпечує якість та безпеку харчових продуктів, ґрунтується на принципах НАССР. До цього моменту боротьба з негативними наслідками здійснювалася на завершальних етапах виробництва, однак з впровадженням цієї системи загрози можна виявити на ранніх етапах та таким чином припинити виробництво та постачання небезпечної для здоров'я продукції. Виробник може реалізувати свою продукцію лише у випадку відповідності міжнародним стандартам. Ми можемо рекомендувати споживачам харчові товари від надійних компаній, що підтверджені відповідними документами про якість, придбавати продукти відповідно до сезону та звертати увагу на стандарти якості.*

***Ключові слова:** безпечність харчових продуктів, фальсифікації, харчові добавки, стандарти, якість, фальсифікації, вимоги.*

***Annotation.** An alert system was proposed to ensure the quality and safety of food products. Taking into account the availability of available food raw materials in the food distribution systems and the endless legislative framework of Ukraine, it can be concluded that there is a potential threat of negative health effects from the consumption of falsified food products. As a result of the research, the following conclusions were made: the modern system that ensures the quality and safety of food*

³Науковий керівник: Мазур О.В., асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища.

products is based on the principles of HACCP. Until now, the fight against negative consequences was carried out at the final stages of production, however, with the introduction of this system, threats can be detected at early stages and thus stop the production and supply of products dangerous to health. The manufacturer can sell his products only if they meet international standards. We can recommend to consumers food products from reliable companies, confirmed by relevant quality documents, purchase products according to the season and pay attention to quality standards.

Keywords: *food safety, adulteration, food additives, standards, quality, adulteration, requirements.*

Introduction. Reliable food supply of the country is of strategic importance, as not only food security, but also national security depends on it.

For Ukrainians the topic of food security has a special meaning, which is connected with the events of their life in the twentieth century, during which they experienced several revolutions, wars,

famine in the 30s and 40s, queues for food in the 80s, radioactive contamination of a large part of the country due to the Chernobyl accident, lack of adequate nutrition for the majority of the population due to poverty in the 90 s.

The problem of food security is not of a conjunctural nature. It will exist as long as there is a state whose determining factor of strength and authority is the maintenance of an appropriate level of food security. This is confirmed by the legal support and constant attention to the problems of food security in the EU, USA, Japan and others.

Now Ukraine is at the stage of transforming its economic system, which objectively caused a decrease in the efficiency of its economic potential. The agro-industrial complex as the main producer of agricultural raw materials and food has suffered particularly heavy losses. A sharp decline in effective demand of a significant part of the population has led to a reduction in the consumption of food products, unbalanced diet, which negatively affects the health and development of the nation.

Rapid changes in the economic and political situation in the world, trends in the development of world agriculture and complex prospects for solving the food problem at the international level require increased attention to national food security, because only the state that guarantees the provision of food for the population is able to pursue an independent policy. Integrating into the world economy, Ukraine must clearly define the parameters of food security, develop a strategy and directions for the development of the national agro-industrial complex, taking into account the rational use of its potential and strengthening export orientation.

Transition to a market economy, reforming the agrarian sector in accordance with the requirements of economic laws of the market determine special attention to the formation of the food security system in the new conditions. In the pre-reform period scientific research on this problem was carried out on the basis of the concept of centralized formation of the food fund in the framework of the administrative-

command system, in the conditions of inter-republican division of labour and centralized provision of resources, which does not correspond to market conditions. It is now, when both shortcomings and mistakes in the agrarian reform and the growth of positive results, for the sake of which cardinal economic transformations were carried out, are particularly clearly seen, the issue of developing scientific foundations for the formation of the food security system of the country, which meets the principles of functioning of the market economy and which, as a priority of the agro-food policy of the state, should determine the directions of its implementation is relevant.

The need to determine the strategic directions of the agro-food policy of the state, ensuring the effective development of agro-industrial complex as the basis of food supply of the population in accordance with the rational nutritional standards on the basis of increasing the physical and economic availability of food products for various social groups of the population, requires the development of appropriate theoretical and methodological foundations of food security, the formation of its concept, quantitative and qualitative parameters of the food security system.

Today, the issue of food safety is particularly topical.

The issue and problem of food safety, one of the most important of which is the production of food that meets the conditions of safety and quality performance. In Ukraine, food quality and safety is an issue that concerns not only specialists, but also ordinary citizens. Studies have shown that more than 70% of all contaminants in the food of the average Ukrainian enter the human body with food, which pose a threat to health, slowly destroying it and laying the foundation for future disorders and diseases.

According to Article 1 of the Law of Ukraine «On Food Safety and Quality», a food product (food) is any substance or product (raw, including agricultural products, unprocessed, semi-processed or processed) intended for human consumption. Food safety is the absence of threat of harmful effects of food products, food raw materials and related materials on the human organism. Everyone is guaranteed the right to free access to information on the state of the environment, the quality of food and household articles, and the right to disseminate it; this information may not be classified by anyone [1]. The State has established certain safeguards and all laws and regulations must comply with this constitutional provision [2].

Modern scientific research confirms the truth of

Paul Bragg's statement "We are what we eat" is true. Our appearance, our beauty, our outlook, our performance, our successes, our failures, are all consequences of the way we eat.

In a competitive environment, a manufacturer wants to maximize the profit of its goods by all means.

Profit for its goods in every way: both by improving the quality of the product and by cheating consumers and producing and selling low-quality and counterfeit goods.

Counterfeiting (from Latin falsifico – to falsify) is an act intended to deceive the recipient and/or the consumer by falsifying the object of sale for self-serving

purposes. Counterfeiting can be seen as actions aimed at deteriorating the consumer properties of a product or reducing its quantity, while preserving the most characteristic but insignificant properties for its intended use [3].

The following types of counterfeiting exist:

Counterfeiting of the assortment - counterfeiting is carried out by total or partial substitution of the goods with a substitute of a different type or name, preserving the similarity of one or more characteristics.

Qualitative adulteration is the adulteration of goods by using food or non-food additives to improve organoleptic properties while retaining or losing other consumer properties, or by substituting goods of higher quality for those of lower quality.

Quantitative adulteration is the deception of the consumer by a significant deviation of the parameters of the goods (weight, volume, length, etc.) which exceeds the maximum limits of deviation. Quantitative adulteration is one of the oldest ways of deceiving consumers. In practice, this type of falsification is called underweight and undermeasurement.

Cost falsification is deceiving consumers by selling low quality goods at the price of high quality goods or smaller sized goods at the price of larger sized goods. This type of counterfeiting is the most widespread as it is carried out together with all other types of counterfeiting.

Information falsification is the deception of consumers by inaccurate or distorted information about goods. This type of counterfeiting is carried out by misrepresenting information in transport documents, labels and advertising [3].

The criteria for unadulterated food products vary from group to group. In EU countries, the following criteria are commonly used: content of major and minor components, variety and area of origin, method of production, year of production, non-adulteration, nature of the raw material used (e.g. vegetables, meat), traditional or intensivemethod of production, natural or artificial (genetically modified) origin of the wine base [10].

Organoleptic and measurement (physicochemical) methods are used to determine food adulteration. To characterise the quality of adulterants more precisely, several techniques or even methods are sometimes used to detect them:

- Compositional and morphological analysis – microscopy, X-ray spectroscopy;
- separation and measurement methods – gas and liquid chromatography, capillary electrophoresis;
- trace element analysis – atomic emission, adsorption, X-ray electron spectroscopy, elemental isotope mass spectrometry of inductively coupled plasma, neutron activation analysis;
- biochemical studies – enzyme analysis, whole genome mapping;
- component identification methods – NMR spectroscopy, Fourier transform infrared spectroscopy;
- methods for compositional analysis (component, structural group, fragmentation) – mass spectrometry, high-resolution NMR, infrared spectroscopy;
- stable isotope analysis – isotope ratio mass spectrometry, quantitative NMR [4].

Food safety is related to the following problems.

The globalization of world trade in food systems may lead to new food safety risks, in particular, which may spread to different countries, and contaminated food may spread over a larger area.

Food safety issues include:

- microbiological pathogens (disease-causing bacteria, viruses, parasites, fungi and their toxins)
- pesticide residues;
- food additives;
- environmental toxins such as heavy metals (e.g. lead and mercury);
- persistent organic pollutants (e.g. dioxin);
- unconventional agents such as prions, which are associated with mad cow disease;
- zoonotic diseases that can be transmitted through food from animals to humans (e.g. tuberculosis) [9].

In international practice, the Codex Alimentarius has become the basis for ensuring food safety. The Codex Alimentarius is a set of internationally agreed and uniformly presented food standards developed under the guidance of FAO/WHO, which aim to protect consumer health and ensure fair practices in the food trade. The law requires the implementation of the HACCP food quality and safety management system, which is recognized worldwide as the highest quality system aimed at preventing the production of unsafe food [4].

In addition to the Codex Alimentarius Commission, there are other international organisations around the world that aim to develop and coordinate international and national standards, such as the International Organisation for Standardisation (ISO), which has been operating since 1946 as a non-governmental body, the United Nations Economic Commission for Europe and the European Committee for Standardisation (CEN), which has been in existence since 1961 [5].

HACCP (Hazard Analysis and Critical Controlpoints) is just one component of the Food Safety Management System, which in turn ensures the prevention of hazards at all stages of the food chain, from the primary producer of raw materials to the final consumer.

The HACCP concept was developed jointly by the US Armed Forces and the National Aeronautics and Space Administration (NASA) during the US space programme as a mechanism to prevent the formation of toxins in food products consumed by astronauts in space. Gradually, the safety system became transnational. It is now used by all European countries, the USA and Canada and operates at both national and international level, i.e. for exports and imports [6].

As already mentioned, so far the fight against negative consequences has been at the production end.

The introduction of this system makes it possible to detect threats at the earliest stages and therefore makes it possible to stop the production and supply of products dangerous to human health on the shelves of shops [8].

Conclusion. Food security is an integral component of the economic security of the state and a condition for its independence. Food security is an urgent problem of both countries with a low level of economic development and developed countries, which are constantly improving mechanisms to support food security, especially for low-income groups of the population.

Food security has national peculiarities, it is inherently complex and permanent. Depending on the peculiarities of the national food system, the period of its development, the achieved level, as well as on what component of the food problem at a particular stage is a priority, its provision is modified together with changes in internal and external threats.

Ukraine is now at the stage of transformation of its economic system, which has objectively caused a decrease in the efficiency of its economic potential. The current stage in the development of our state, superimposed on globalisation processes in the world, requires an appropriate construction of national food security, which provides for the solution of a set of economic, political and social problems.

National food security in a broad sense should be considered as the state of the economy, and in a narrower sense – as a guaranteed ability of the state on the principles of self-sufficiency in basic basic basic products and their economic and physical availability, regardless of the influence of external and internal factors, to meet the needs of the population represented by each citizen with food in the required volume, range and quality at a level that ensures their health and development.

In order to achieve the necessary level of food security, it is necessary to implement measures of state regulation in two directions. On the one hand, it is necessary to create conditions for increasing food production and expanding the food market to a level that will provide the population with food products regardless of effective demand, and on the other hand, it is necessary to pursue an active social policy that will increase effective demand for food to a level that will ensure rational nutrition of the population.

References

1. On the quality and safety of food products and food raw materials: The Law of Ukraine of 23.12.1997. Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine of 1997. № 771/97-VR.

2. Kolomiiets T.M., Prytul'ska N.V., Romanenko O.L. Expertise of goods: Textbook. Kyiv, 2001. P. 274.

4. Dubinina A.A., Ovchinnikova I.F., Dubinina S.O. et al. Methods for Determining the Falsification of Goods Textbook. Kyiv. Professional Publishing House, 2010. P. 272.

5. The main methods of food falsification and their exposure [Electronic resource]: www.medved.kiev.ua/arh_natr/Ris_2007/n072_4tb,HTM

6. 1 million hectares in Ukraine are used for the production of transgenic products [Electronic resource]. Available from: www.podrobnosti.ua.print.economy/foodprocessing/2007/02/26/400509.htm (дата звернення 14.03.2024 р.)

7. Usyk S, Bogdanovych L. Food additives in products, or deadly food. *Journal of Life Safety*. № 9. 2016.P. 25-37/

8. Zolotukhina I.V., Sefikhova K.A. Research of safety indicators of milk-protein creams . *Scientific Bulletin of LNUVMBT named after S.Z.* 2010. Vol. 12 №. 3 (45) Part 4. P. 52-68/

9. Kovalenko T. Requirements for the safety of food raw materials. *Journal in the legal field*. 2015. №8. P 24-36

10. Food Safety: European Approach. *Yurydychna gazeta online* URL: <http://yur-gazeta.com/dumka-eksperta/bezpeka-harchovih-produktiv-evropeyskiy-pidhid.html> (дата звернення 16.03.2024 р.).

Світлана БАРКАСОВА⁴,
студентка 1 курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА СТЕПОВУ ЗОНУ УКРАЇНИ

***Анотація.** Данна стаття присвячена проблемі антропогенного впливу на степову частину України та вплив на рослинний світ. Аналізуються основні аспекти впливу людської діяльності, такі як: забруднення навколишнього середовища, загроза зникненню деяких видів рослин, зменшення біорізноманіття, виснаження ґрунтів, неправильне ведення сільського та лісового господарства, військові дії на території даного регіону. Проведений аналіз дозволяє ідентифікувати види рослин, які зазнають значної шкоди від антропогенного впливу та перебувають під загрозою зникнення.*

За результатами дослідження розглядаються можливі варіанти вирішення екологічних проблем степу та підкреслюють необхідність негайних заходів охорони та відновлення степової рослинності.

***Ключові слова:** степова рослинність, антропогенні чинники, адаптація, умови існування.*

***Annotation.** This article is devoted to the problem of anthropogenic impact on the steppe part of Ukraine and the impact on the flora. The main aspects of the impact of human activity are analyzed, such as environmental pollution, the threat of extinction of some plant species, the reduction of biodiversity, soil depletion, improper management of agriculture and forestry, and military actions in the territory of this region. The conducted analysis allows identification of plant species that suffer significant damage from anthropogenic influence and are under threat of extinction.*

⁴Науковий керівник: Яковець Л.А. кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

Based on the results of the study, possible options for solving the ecological problems of the steppe are considered and the need for immediate measures and protection and restoration of steppe vegetation is emphasized.

Key words: *steppe vegetation, anthropogenic factors, adaptation, living conditions.*

Вступ. Степова рослинність України, яка є важливою складовою біологічного різноманіття, переживає значні зміни під впливом людської діяльності. Степи України, з їхньою унікальною флорою та фауною, протягом століть були предметом інтенсивного використання людиною для різноманітних цілей, що призвело до серйозних змін у їхньому структурному складі та функціонуванні. Степова зона стикається зі значними проблемами, від зростаючого тиску людської діяльності до змін клімату та природних угідь.

Мета. Дослідити та проаналізувати вплив людської діяльності на степову зону України. Виявити основні аспекти цього впливу, встановити його наслідки для рослинного світу та екосистеми степу.

Виклад основного матеріалу. Переважну частину території України займають лісостепова і степова зони. В цих кліматичних зонах однією з основних екосистем є степи (сухі трав'янисті угруповання). У минулому в лісостепу вони займали близько третини природних ландшафтів, в степу – практично всю площу. Враховуючи загальну площу цих зон на карті України, до нашого часу степових ділянок залишилося не більше, ніж 3 % від того, що існувало у природному стані [1].

Степове біорізноманіття України втратило свою цілісність та було найбільш пошкоджено протягом часів СРСР. Сьогодні непорушеними ділянками залишаються степові заповідники, а також круті схили степових балок і вершини курганів, що не піддаються обробці. Як наслідок – великі види степових тварин вже вимерли, а менші представники степу вимушені адаптуватися до співіснування з людиною та конкурувати за нові екологічні ніші.

Найбільша екологічна проблема степів Донеччини, як і більшості регіонів України, – це зменшення територій дикої природи через надмірний агропромисловий тиск. Йдеться про дефіцит природних екосистем, таких як степи, луки, ліси та водно-болотні угіддя. Оскільки сільське господарство досить інтенсивне, то як наслідок на Донбасі розорено 81 % усіх територій. Ці площі обробляються протягом десятків років пестицидами, активно відбувається процес дегуміфікації, також руйнується структура ґрунту, водопроникність якого слабшає, і не пропускає воду в нижні горизонти, внаслідок чого вона просто стікає в річки, одночасно замулюючи їх [2].

Але негативний вплив сільського господарства значно менший за вплив від військових дій. Внаслідок активних бойових дій на територіях українського степу відбувається масштабне знищення рослинності, наслідками чого є великі втрати біорізноманіття. Через використання важкого озброєння, артилерійських обстрілів, вибухів, атак на інфраструктуру, таку як нафтопроводи чи

газопроводи, відбувається забруднення водних ресурсів та ґрунтів токсичними речовинами, що спричиняють екологічні катастрофи. Ґрунти, що просочені паливно-мастильними матеріалами мають знижену водопроникність, з них витісняється кисень, порушуються мікробіологічні та біохімічні процеси. Внаслідок цього погіршується колообіг поживних речовин, кореневе живлення рослин, гальмується їх ріст і розвиток.

Металеві уламки снарядів, що потрапляють у довкілля не є цілковито інертними. Найбільш поширеним матеріалом для виробництва корпусу боєприпасів є чавун із домішками сталі. Він містить у своєму складі не тільки стандартні залізо та вуглець, але ще й сірку та мідь. Ці речовини потрапляють до ґрунту і можуть мігрувати до ґрунтових вод, як результат – вони впливають на компоненти харчових ланцюгів, що має негативні наслідки як на тварин, так і на людей.

Фізичні впливи вибухів, які здаються найменш руйнівними для рослин, насправді можуть створювати великі загрози, такі як ерозія, зміни гідрологічного режиму та утворення численних «плацдармів» для розповсюдження інвазивних рослин. Інвазивні види значно швидше поширюються на пошкоджених ділянках, ніж там, де природна рослинність відновлюється. Для ендемічних і рідкісних видів, які потребують специфічних умов для зростання, такі зміни можуть призвести до фатальних наслідків [3].

Окрім впливу на ґрунти, бойові дії також впливають на атмосферу. Під час вибухів речовини та матеріали, які було пошкоджено вибуховою хвилею проходять повне окиснення, а продукти хімічної реакції вивільняються в атмосферу. Наприклад окиси сірки та азоту підвищують кислотність водяної пари в атмосфері, що призводить до так званих кислотних дощів. Вони мають негативний вплив на організми живих істот та навіть можуть викликати опіки у рослин. Звісно, не всі з'єднання є токсичними, наприклад такі як вуглекислий газ та водяна пара, але вони приносять шкоду в контексті зміни клімату, оскільки вони є парниковими газами.

Усі вище перераховані фактори ставлять під загрозу зникнення безліч рослинності у регіоні. Однією з таких рослин є Ковила донецька (*Stipadonetzica czurpuna*) (рис. 1). Це багаторічна, світлолюбива та морозо-посухостійка трава, що досягає 100 см заввишки. Вона квітне в травні, а плодоносить у червні – липні.



Рис. 1. Ковила донецька (*Stipadonetzica czurpuna*)

Сьогодні ковилу можна побачити лише на схилах степових балок та долинах річок, які не були розорані. До того ж трапляються вони невеликими поодинокими групами. У своїй більшості це ковила волосиста. Загалом на теренах України зростає 27 видів ковили та усі вони занесені до Червоної книги.

Охороняється рослина у відділенні «Провальський степ» Луганського ПЗ, де контролюється стан популяції цього виду. Також рекомендується вирощувати рослину у ботанічних садах, а місця природного зростання охороняються від надмірного випасання скоту [4].

Ще однією рослиною, яка знаходиться на межі зникнення є Півонія вузьколиста (*Raeonia tenuifolia*) (рис. 2). Вона також відома під назвами: кудла, воронець, воронок а також степова півонія. Це багаторічна рослина, що квітне від середини квітня до кінця червня. На відміну від звичайних садових півоній, степові півонії відрізняються тонким розсіченим листям, від якого й отримали свою назву. Крім території материкової частини України, степові півонії також можна знайти в тимчасово окупованому Криму, зокрема, на гірських степових ділянках Чатир-Дагу.



Рис. 2. Півонія вузьколиста (*Raeonia tenuifolia*)

Причиною зміни чисельності популяції називають забудову степових решток, викопування кореневищ, використання рослини у виробництві лікарських засобів та букетів.

Охороняється в Українському степовому ПЗ (відділення «Хомутовський степ» і «Кам'яні Могили»), Луганському ПЗ (відділення «Стрільцівський степ» і «Провальський степ»), та у ряді інших заповідників та ботанічних садах [5].

Плодоріжка степова (*Anacamptismorio*) (рис. 3) також знаходиться на межі знищення та входить до червоних книг Литви, Латвії, Росії, Білорусії та Молдови. Плодоріжка – багаторічна рослина родини зозулинцевих; Декоративна та лікарська культура, що зростає у рівнинних районах та торф'янистих узліссях та луках, а у гірських районах на чаїрах, лісових галявинах та щербенистих осипах.



Рис. 3. Плодоріжка степова (*Anacamptis tismorioi*)

Раніше, коли популяція цього виду була великою, люди збирали бульби цієї орхідеї. Висушені і подрібнені до порошку молоді бульби, відомі як «салеп», використовувалися народною медициною для лікування кашлю, запалення верхніх дихальних шляхів, а також як загальнозміцнюючий засіб, що давали слабким хворим.

В Україні цю рослину охороняють у Чорноморському, Карпатському, Ялтинському гірсько-лісовому, Кримському, Карадазькому, Дніпровсько-Орільському заповідниках [6].

Наступною рослиною із переліку зникаючих є Рябчик руський (*Fritillaria ruthenica* Wikstr.) (рис. 4). Доволі велика рослина, що схожа на тюльпан. Росте по узліссях, чагарниках та кам'янистих схилах. Квітне раною весною.



Рис. 4. Рябчик руський (*Fritillaria ruthenica* Wikstr.)

Причинами зменшення чисельності є осушування, розорювання та випалювання регіонів зростання. Використання рослини у флористиці.

Охоронні заходи проводяться в різних природно-заповідних територіях, таких як Канівський степовий заповідник (включаючи відділення «Михайлівська цілина» та «Крейдова флора»), Луганський степовий заповідник (з відділеннями «Станично-Луганське» та «Стрільцівський степ»), а також у національному природному парку «Святі гори», а також на території різних природних пам'яток. Заборонено будь-яке зривання чи викопування рослин, порушення умов місцезростань [7].

Ще один вид, якому загрожує зникнення є Зморшок степовий (*Morchella steppicola Zerova*) (рис. 5) – родич зморшка їстівного. Має жовтувату та сильно покручену конічну шапінку. Зростає у посушливих місцях, за що і отримав свою назву.

До головних причин зменшення популяції виду відносять: збір населенням, розорювання степових ділянок та перелогів, непомірний випас худоби на степових схилах.

Захист проводиться на території Українського степового заповідника, включаючи відділення «Хомутовський степ» та «Кам'яні Могили», а також у заповідних територіях місцевого значення, таких як «Яківлівський» у Миколаївській області та «Каїрська балка» у Херсонській області. Популяції цього виду важливо підтримувати у колекціях чистих культур [8].



Рис 5. Зморшок степовий (*Morchella steppicola Zerova*)

Оглянувши лише деякі із видів, що знаходяться на межі зникнення та проаналізувавши причину зменшення їх популяції, можна дійти висновку, що існує проблема несприйняття громадськістю необхідності збереження степових ділянок, оскільки основними причинами є саме людська байдужість.

Розорювання територій у промислових масштабах, підпал, збирання рослин для використання у флористиці – це все приносить більше шкоди аніж практичної користі. Частково це пояснюється тим, що для сучасної людини степ вже не ті місця, що вкриті ковилою і вражають своєю первозданною величиною та красою, а скоріше безмежні поля для посіву зернових культур.

Також, у зв'язку з передбачуваним значним забрудненням ґрунтів та вод хімічними речовинами після війни, критично важливо встановити ефективну систему моніторингу стану навколишнього середовища. Ця система моніторингу повинна дозволити точно визначити реальний об'єм завданої шкоди докільно та вжити найефективніші заходи для запобігання подальшого погіршення ситуації та відновлення екосистем до безпечного стану, який би був сприятливим як для людини, так і для дикої природи [8].

Висновки. Враховуючи цей контекст, дослідження антропогенного впливу на степову рослинність України має велике значення для розуміння механізмів впливу людської діяльності на природні екосистеми та розробки ефективних стратегій їхнього збереження та відновлення. Ці дослідження можуть сприяти розробці науково обґрунтованих політик та заходів з охорони

навколишнього середовища, а також сприяти створенню стійких принципів використання природних ресурсів.

Список використаної літератури

1. Чому саджати ліс у Степу більше шкідливо, ніж корисно? URL:<https://epl.org.ua/human-posts/chomu-sadzhaty-lis-u-stepu-bilshe-shkidlyvo-nizh-korysno/> (дата звернення 20.03.2024).

2. Фіцайло Т. В. Екологічні особливості чагарникової рослинності провальського степу. Заповідна справа у Степовій зоні України (до 50-річчя створення Луганського природного заповідника, 70-річчя Стрільцівського степу, 10-річчя Трьохізбенського степу і 90-річчя Провальського степу). *Conservation Biology in Ukraine*. Вип. 10. С. 211.

3. 20 рослин, які можуть зникнути через війну Росії в Україні. URL:<https://uncg.org.ua/20-roslyn-iaki-mozhut-znyknuty-cherez-vijnu-rosii-v-ukraini/>(дата звернення 21.03.2024).

4. Червона книга України. Ковила донецька (*Stipadonetzica Czupryna*). URL: <https://redbook-ua.org/item/stipa-donetzica-czupryna/>(дата звернення 21.03.2024).

5. Червона книга України. Півонія тонколиста (*Paeonia tenuifolia*). URL: <https://redbook-ua.org/item/paeonia-tenuifolia-1/>(дата звернення 21.03.2024).

6. Червона книга України. Плодоріжка степова . URL:<https://redbook-ua.org/item/anacamptis-morio/>(дата звернення 21.03.2024).

7. Червона книга України. Рябчик руський (*Fritillaria ruthenica Wikstr.*). URL: <https://redbook-ua.org/item/fritillaria-ruthenica-wikstr/>(дата звернення 21.03.2024).

8. Червона книга України. Зморшок степовий (*Morchellasteppicola Zerova*) URL:<https://redbook-ua.org/item/morchella-steppicola-zerova/>(дата звернення 21.03.2024).

Анастасія БЕРЕЗОВА⁵,
студентка 1 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЛИШАЙНИКИ (*Lichenes*) ЯК ІНДИКАТОРИ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА В УКРАЇНІ

Анотація. Данна стаття присвячена лишайникам, та як можна їх використовувати. Метою дослідження є вивчення лишайників, як індикаторів

⁵Науковий керівник: Яковець Л.А. кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

стану навколишнього середовища в Україні. Лишайники є особливими організмами, які утворені в результаті симбіозу водорості й гриба, з новими морфологічними, фізіологічними та екологічними властивостями.

В статті детально описаний життєвий цикл лишайників, та як по ним можна визначити стан повітря навколо. Досліджено та описано розмноження, живлення лишайників та метод ліхоіндикації.

Результатами дослідження встановлено, що лишайники розмножуються в основному вегетативно, тобто частинами слані, які не є спеціалізованими «органами» вегетативного розмноження. Живлення лишайників здійснюється за рахунок процесів фотосинтезу в клітинах водоростей. Синтезовані при цьому органічні речовини використовуються грибом. Дихання, поглинання води та мінеральних солей забезпечує мікобіонт слані лишайника. Встановлено, що активність процесів фотосинтезу, дихання, поглинання води та мінеральних солей залежить від освітлення, температури, та вологи. Інтенсивність фотосинтезу у лишайників за оптимальних умов значно нижча, ніж у автотрофних рослин. Проте органічних речовин утворюється достатньо, щоб забезпечити нормальну життєдіяльність лишайників.

Ключові слова: лишайники, розвиток, поширеність, навколишнє середовище.

Annotation. This article is dedicated to lichens and how they can be used. The purpose of the study is to examine lichens as indicators of the state of the environment in Ukraine. Lichens are special organisms formed as a result of the symbiosis of an algae and a fungus, with new morphological, physiological and ecological properties.

The article describes in detail the life cycle of lichens and how they can be used to determine the state of the air around us. Reproduction, nutrition of lichens and the method of lichen indication are investigated and described.

The results of the study showed that lichens reproduce mainly vegetatively, i.e. by parts of the bryophytes that are not specialized "organs" of vegetative reproduction. Lichens are fed by photosynthesis processes in algal cells. The organic substances synthesized in this process are used by the fungus. The mycobiont of the lichen's tissue provides respiration, absorption of water and mineral salts. It was found that the activity of photosynthesis, respiration, water and mineral salt absorption depends on light, temperature, and moisture. The intensity of photosynthesis in lichens under optimal conditions is much lower than in autotrophic plants. Nevertheless, enough organic matter is produced to ensure the normal functioning of lichens.

Key words: lichens, development, distribution, environment

Вступ. Дослідники встановили: чим більше індустрії в місті, тим більш забруднене повітря і тим менше зустрічається лишайників, вони дуже рідко покривають стовбури дерев і мають низьку життєздатність. Також відомо, що в разі підвищення ступеня забруднення повітря першими зникають куцисті лишайники, за ними – листові, а вже потім накипні. Трапляються навіть так звані

лишайникові пустелі, де повітря настільки забруднене, що лишайників майже немає [2].

За віком лишайників у геології встановлюють вік льодових морен та гірських відслонень. Ці рослини використовують для отримання антибіотиків (цетрарія, кладонія, пармелія), ароматичних речовин та фіксаторів запахів (лобарія, евернія) [2].

На жаль, промислове виробництво, неодмінні наслідки якого – шкідливі викиди в атмосферу, призводить до скорочення чисельності лишайників, особливо в містах. Лишайники страждають найбільше від забруднення територій при освоєнні нафтових і газових родовищ. Навіть звичайний слід від коліс транспортного засобу, який пройшовся територією, жорстко травмує лишайниковий покрив, відновлення якого забирає кілька десятиліть. Через дуже малу швидкість росту й високу чутливість до забруднення чимало лишайників потребують охорони [2].

Мета дослідження полягає у вивченні лишайників, як індикаторів стану навколишнього середовища в Україні.

Виклад основного матеріалу. Лишайники – це особливі організми, утворені в результаті симбіозу водорості й гриба, з новими морфологічними, фізіологічними та екологічними властивостями. Відомо, що є понад 20 тис. видів лишайників. Багато хто з нас, побачивши лишайники, часто плутає їх з мохом, вони здаються такими схожими. Але з погляду науки – лишайники не належать до цього виду. Щоправда, й самі вчені раніше відносили лишайники до нижчих примітивних рослин, але після того, коли відкрили, як влаштований їхній організм, ставлення до лишайників змінилося. Їх виділили в окремий вид, хоч і досі вважають, що в них ще багато таємниць.

Від інших організмів, у тому числі й від окремих грибів і водоростей, вони відрізняються за формою, будовою, характером обміну речовин, наявністю лишайникових речовин, способами розмноження, повільним ростом (від 1 до 8 мм за рік).

Лишайник являє собою не тільки нешкідливий корисний симбіоз двох рослин, а й складну форму паразитизму. Лишайник не можна розглядати як просте поєднання властивостей двох його компонентів – це живий організм, який володіє новими якостями, тому і займає певне місце в рослинному світі.

Можна штучно поділити лишайник на компоненти – гриб і водорість – і вирощувати кожен компонент окремо. При цьому водорість здатна продовжувати самостійне існування, а гриб, пристосувався до вигідного для нього співжиття, без водорості розвиватися самостійно не може і швидко гине.

Розмножуються лишайники в основному вегетативно – частинами слані, які не є спеціалізованими «органами» вегетативного розмноження. Крім того, розмноження здійснюється ізидіями (виростами слані), а також соредіями (невеличкими утворами, що складаються з клітин водоростей, обплетених гіфами грибів). Соредії та ізидії – особливі «органи» розмноження лишайників як комплексних організмів. Гриби і водорості, що входять до складу

лишайника, також зберігають властиві їм способи розмноження. Соредії утворюються всередині слані в гонідіальному шарі листуватих та куцистих лишайників. Сформовані соредії виштовхуються із слані назовні, підхоплюються й розносяться вітром. За сприятливих умов вони проростають у нових місцях і утворюють нові лишайники. Соредіями розмножується близько 30 % лишайників.

Крім того, що лишайників налічують найбільше підвидів, так вони ще і є найвитривалішими рослинами на планеті. Довговічність – унікальність лишайника. Вони можуть існувати кілька десятків років, а то і сотень, повільно ростуть собі, орієнтовно сім міліметрів на рік – це вже найшвидше[2].

Живлення лишайників здійснюється за рахунок процесів фотосинтезу в клітинах водоростей. Синтезовані при цьому органічні речовини використовуються грибом. Дихання, поглинання води та мінеральних солей забезпечує грибний компонент (мікобіонт) слані лишайника. Активність процесів фотосинтезу, дихання, поглинання води та мінеральних солей залежить від освітлення, температури, та вологи. Інтенсивність фотосинтезу у лишайників за оптимальних умов значно нижча, ніж у автотрофних рослин. Проте органічних речовин утворюється достатньо, щоб забезпечити нормальну життєдіяльність лишайників.

Лишайники здатні виживати там, де не зможе існувати жодна інша жива рослина. Вони можуть рости і на скелях, і на стовбурах дерев, і на дахах будинків. Не заважають їхньому росту навіть суворі кліматичні умови. Їх можна зустріти і в пустелі, і в зеленому лісі, на замулених болотах і в холодній тундрі. Вони настільки невибагливі, що цілком задовольняються вологою після дощу. В пустелях лишайники закріплюють піски, сповільнюючи або зовсім припиняючи рух дюн на родючі землі. Наприклад, у найбільшій пустелі помірного поясу – Олешківських пісках, розташованій на півдні України, – саме лишайниковий покрив стабілізує піщані дюни там, де немає лісу [2].

Щоб оцінити різноманітність лишайників, на обраній ділянці, площею до 1 га, обстежують по 10 дерев однієї чи різних порід, шукаючи лишайники. Надеревні лишайники зазвичай шукають біля основи стовбура або на головному стовбурі на висоті людського зросту. Звертають увагу на загальну кількість усіх видів лишайників, що трапляються на дереві, а також рясність, тобто чисельність кожного виду на стовбурах дерев [1].

Лишайники мають три форми тіла: а) у кіркових, або накипних (рис. 1), лишайників слань має вигляд забарвленої кірочки або нальоту, що дуже щільно приростає до субстрату. Округлі або без правильної форми плями чи кірочки на корі, які окремо від кори дерева не вдається зняти, звичайно сірого, бурого, зеленувато-сірого, жовтуватого або чорного відтінків. Товщина кірочок різна – від ледве помітного накипу або порошкоподібного нальоту до 0,5 см, діаметр – від кількох міліметрів до 20-30 см. Накипні лишайники ростуть на поверхні ґрунтів, гірських порід, на корі дерев і кущів, оголеній деревині, що гниє. До цієї групи лишайників входить найбільше видів, що трапляються в різних умовах [3].



Рис 1. Накипний лишайник

б) листоваті лишайники мають форму пластинок різного забарвлення (рис. 2), горизонтально розміщених на субстраті (пармелія, стінна золотянка). Пластинки, як правило, округлі, 10-20 см у діаметрі. Характерною особливістю листоватих лишайників є неоднакові забарвлення й будова верхньої і нижньої поверхонь слані. У більшості з них на нижній частині слані утворюються органи кріплення до субстрату – ризоїди, що складаються із зібраних у пучки гіфів. Вони ростуть на поверхні ґрунту, серед мохів. Листуваті лишайники порівняно з накипними є більш високоорганізованими формами [5].



Рис 2. Листуваті лишайники

в) у куцистих лишайників (рис. 3) слань має стеблоподібну форму, прикріплюється до субстрату невеликими ділянками нижньої частини, а верхня частина розгалужена і піднята над поверхнею або звисає з дерев подібно до кошлатих грив – «бородаті лишайники». За рівнем організації куцисті лишайники є найвищим етапом розвитку слані. Їхня слань буває різних розмірів: від кількох міліметрів до 30–50 см. Бородаті лишайники можуть досягати 7–8 м (уснея). До куцистих лишайників належать цетрарія, алекторія, нейропогон, евернія та інші.



Рис 2. Куцистих лишайники

Чим рясніше стовбури вкриті листуватими і кущистими лишайниками, тим вищий показник і тим чистішим можна визнати повітря місцевості [1].

Крім того, має значення різноманітність видів, чим більше різновидів лишайників, особливо листуватих та кущистих, тим ближчі до природних показники якості повітря. У лісі різноманітність може нараховувати десятки видів, у загазованих центрах міст – 1–2 види [1].

Цілковита відсутність лишайників на дорослих деревах свідчить про значне забруднення повітря. В обстеженнях якості повітря поширеним є метод складання ліхенокарт. На карті місцевості наносяться місця рясного трапляння видів лишайників-біоіндикаторів. Одна група лишайників властива незабрудненим зонам, друга – слабо забрудненим, третя – помірно забрудненим, і четверта – дуже забрудненим. Ідентифікація видів лишайників – кваліфікована робота вчених-ліхенологів. Для складання карти забруднення повітря на місцевості вибирають кілька ділянок з різних точок карти.

Ліхеноіндикація – розділ екології, присвячений оцінюванню стану довкілля за допомогою лишайників. Серед ліхеноіндикаційних показників найінформативнішими є картування поширення лишайникових угруповань, розрахунок синтетичних показників – індексів (чистоти повітря, полеотолерантності тощо), а також картування поширення індикаторних видів. Уперше зникнення лишайників задокументував А. Ньюландер 1866 у Парижі. Це дало йому підстави назвати їх гігієнометрами. В Україні зміни лишайникового покриву зареєстрував Г. Шпек 1870 в околицях Харкова. У 1920-х рр. Р. Сернандер уперше виділив ліхеноіндикаційні зони в місті, зокрема зону пустелі, зону боротьби та зону слабого впливу. 1968 у Великій Британії створено біоіндикаційну шкалу, за якою на основі даних про лишайник. угруповання можна визначити рівні забруднення повітря діоксидом сірки (від 30 до 170 мг/м³). У 1960-і рр. запропоновано декілька індексів. Індекс чистоти повітря (ІЧП) – синтетичний показник, який розраховують на основі вивчення угруповань епіфітних лишайників (зростають на корі дерев) у населених пунктах та індустриальних регіонах для порівняльного оцінювання стану атмосферного повітря. Його розробили канадські дослідники. Де Слуйвер та Ле Блан 1967 році [4, 5].

У цілому в Україні оцінювання стану атмосферного повітря за допомогою лишайників, зокрема індексів чистоти повітря та його модифікованого варіанта, проведено наприкінці 1980-х і в 1990-і рр. у Львові, Харкові, Києві, Луцьку, Івано-Франківську, Рівному, Тернополі, Чернігові, Кременчуці та інших, а також на територіях, що прилягають до промислових об'єктів Івано-Франківської та Львівської області. Для індикації кислотного забруднення повітря застосовують групу дуже чутливих до кислотних забруднювачів (сірчистого ангідриду, оксидів вуглецю, азоту, аміаку тощо) кущистих та середньочутливих листуватих, а також низку токситолерантних накипних видів. Високочутливими індикаторами кислотного забруднення повітря є лишайники родів рамаліна (*Ramalina*), уснея (*Usnea*), бріорія (*Bryoria*), евернія (*Evernia*), псевдевернія (*Pseudevernia*), анаптихія (*Anaptychia*), які повністю зникають в осередках з підвищеним вмістом вказаних забруднювачів. Їх можна виявити на

околицях великих міст або на територіях, значно віддалених від промислових підприємств. До цієї ж групи індикаторів належать середньочутливі до атмосферного забруднення листоваті лишайники (*Parmelias ulcata*, *Hypogymnia physodes*). На відміну від куцистих та листоватих, накипні види стійкі до кислотного забруднення атмосфери. Прикладом таких видів є *Lecanoraconiza oides* та *Scoliciosporum chlorococcum*. Виникнення *Lecanoraconiza oides* пов'язують з першою індустріальною революцією в Європі. Обидва види суттєво поширилися в Україні у 2-й пол. 20 століття [4, 5].

Висновки. Отже, за результатами проведеного дослідження, я ще більше впевнилася в тому, що промислова діяльність людини кардинально змінює стан атмосферного повітря, і далеко не на краще. Саме тому актуальною сьогодні є організація спостережень та контролю за змінами стану атмосферного повітря під впливом антропогенного фактору.

Список використаної літератури

1. Бойко М. Ф., Ходосовцев О. Є. Мохоподібні і лишайники. Херсон: Айлант.
2. Лишайники – природна сигналізація.
URL:<https://day.kyiv.ua/article/naprykintsi-dnya/lyshaynyky-pryrodna-syhnalizatsiya> (дата звернення 19.02.2024).
3. Накипні лишайники на стовбурах дерев. Лиса гора. URL:
https://www.myslenedrevo.com.ua/uk/Sci/Kyiv/LysaGora/Gallery/Flora/lichens_1.html (дата звернення 19.02.2024).
4. Енциклопедія Сучасної України, ліхеноіндикація.
URL:<https://esu.com.ua/article-55887> (дата звернення 20.02.2024).
5. Кондратюк С. Я. Ліхеноіндикація. Київ-Кіровоград : ТОВ «КОД», 2018. 260 с.

Артем БОБЧАК⁶,
студент 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВИМІРЮВАННЯ КУТІВ НА МІСЦЕВОСТІ. ТЕОДОЛІТНЕ ЗНІМАННЯ

Анотація. У даній статті розглянуто важливість дослідження місцевості перед будівництвом житлових, промислових та інфраструктурних споруд. Особлива увага приділяється вимірюванню кутів на терені та теодолітному зніманню як обов'язковим етапам перед будівельними роботами. Зазначено, що ці процедури є ключовими для точного розташування будівельних об'єктів та забезпечення їх надійності та безпеки. Слід відмітити,

⁶Науковий керівник: Ціцюра Я.Г. кандидат с.-г. наук, доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ.

що теодоліти стають все більш популярними завдяки появі нових технологій, і вони можуть бути зручнішими за своїх ручних попередників. Цифровий теодоліт пропонує цифрові показання, а не градуйовані кола, і це може зробити його точнішим і простішим у використанні.

Ключові слова: вимірювання кутів, теодолітне знімання, геодезія, точність вимірювань, будівництво, безпека споруд, галузі промисловості.

Annotation. This article considers the importance of site research before the construction of residential, industrial and infrastructure structures. Special attention is paid to the measurement of angles on the terrain and theodolite surveying as mandatory stages before construction works. It is noted that these procedures are key to the exact location of construction objects and ensuring their reliability and safety. It should be noted that digital theodolites are becoming more popular due to the advent of new technologies, and they can be more convenient than their manual predecessors. A digital theodolite offers digital readings rather than graduated circles, and this can make it more accurate and easier to use.

Key words: angle measurement, theodolite surveying, geodesy, accuracy of measurements, construction, construction safety, industries.

Вступ. Теодолітна зйомка є життєвоважливим компонентом у різноманітних галузях промисловості, від машинобудування до будівництва та археології. Його використання дозволяє виконувати високоточні вимірювання кутів, відстаней і висот, що робить його важливим інструментом для забезпечення точного розміщення конструкцій і об'єктів.

Технологія теодоліту розвивалася протягом століть, і в результаті вона ставала все більш надійним і точним інструментом для геодезії. Однак він також може бути складним в експлуатації та налаштуванні, і для отримання точних результатів потрібне глибоке розуміння технології та її компонентів.

Метою даної статті є дослідження процесу вимірювання на місцевості та теодолітне знімання.

Виклад основного матеріалу. Проектування та пошук автомобільних доріг і аеродромів має свої особливості. В основному вони пов'язані з великою довжиною об'єктів. І, як наслідок, наявність споруд, що перетинають майбутню магістраль – мостів, тунелів, акведуків (водотік, побудований для транспортування води від джерела до віддаленої точки розподілу) тощо.

Спочатку проводиться зйомка для вимірювання кутів, відстаней і напрямків до інших об'єктів. Далі за готовим проектом робиться розбивка і виносяться на натуру теоретичні схеми майбутньої дороги з розміткою поруч. Також зносять заплановані об'єкти вздовж траси чи залізниці.

Загальновідомо, що теодоліт є точним геодезичним приладом, який використовується для вимірювання кутів, відстаней і висот. Теодоліти складаються з зорової труби, встановленої на штативі, і оснащені градуйованим колом, який використовується для вимірювання кутів. Вони також можуть бути оснащені додатковими інструментами, такими як цифрові дисплеї, лазерні далекоміри та інклінометри для підвищення точності вимірювань.

Слід зазначити, що теодоліти можна використовувати для вимірювання як горизонтальних, так і вертикальних кутів, що робить їх універсальним інструментом для геодезії. Їх також можна використовувати для вимірювання відстані між об'єктами за допомогою тригонометрії та принципів триангуляції. Зазвичай теодолітом керує навчений геодезист, який використовує інструмент для точного вимірювання кутів і відстаней, які потім використовуються для створення детальних карт і планів для різноманітних застосувань.

Варто врахувати той чинник, що теодоліти використовуються в різних галузях промисловості, де потрібні точні вимірювання та картографування землі, споруд та інших фізичних особливостей. Необхідно вказати, що деякі галузі промисловості, де зазвичай використовуються теодоліти, включають [1]:

- Будівництво. Необхідно відмітити те, що у будівельній промисловості теодолітна зйомка використовується для того, щоб переконатися, що будівлі будуються відповідно до точних специфікацій архітекторів та інженерів. Як відомо, теодоліт використовується для вимірювання, вирівнювання та висоти конструкцій, гарантуючи, що вони є безпечними для мешканців. Крім того, теодолітна зйомка використовується для того, щоб переконатися, що будівлі будуються на рівній поверхні та вирівнюються з іншими спорудами навколишньої території.

- Інженерія. Варто зазначити, що інженерна промисловість також значною мірою покладається на теодолітну зйомку для того, щоб переконатися, що такі споруди, як мости, тунелі та дороги, побудовані відповідно до точних специфікацій. Теодоліт використовується для вимірювання рельєфу землі з тією метою, щоб переконатися, що споруди побудовані на рівній поверхні та що вони не піддаються ризику обвалу через стихійні лиха чи інші небезпеки.

- Археологія. Археологи використовують теодолітну зйомку для точного вимірювання розміру та розташування археологічних пам'яток. Технологія теодоліту використовується для вимірювання розташування та розміру артефактів, висоти споруд і глибини шарів ґрунту, що є критичним для точного аналізу та інтерпретації історичних місць.

- Транспорт. Транспортна галузь використовує теодолітну зйомку для вимірювання рівня доріг, залізниць і аеропортів. Відповідно це надзвичайно є важливо для того, щоб транспортні засоби могли безпечно та ефективно пересуватися цими поверхнями без ризику аварій або пошкодження транспортних засобів.

Теодолітна зйомка: як це працює? Теодолітна технологія – це передова геодезична техніка, яка використовує складну систему компонентів для проведення точних вимірювань. Основними компонентами теодоліта є [2]:

Телескоп: Слід врахувати те, що телескоп є основним компонентом теодоліта, і він використовується для спостереження та вимірювання кутів між різними точками. Він встановлений на горизонтальній і вертикальній осі, що дозволяє обернути його для спостереження та вимірювання різних кутів.

Ноніусна шкала – це градуйована шкала, котра використовується для вимірювання кутів з більшою точністю, ніж неозброєним оком. Він

розташований на горизонтальній і вертикальній осях і може бути прочитаний за допомогою збільшувальної лінзи.

Ватерпасовий рівень: використовується для того, щоб переконатися, що теодоліт вирівняний перед проведенням вимірювань. Він складається зі скляної трубки, заповненої рідиною, яка встановлена на підставі теодоліта.

Треггер: використовується для кріплення теодоліта на штативі. Він складається з опорної пластини, фіксуючого механізму та трьох вирівнювальних гвинтів.

Оптичний центрир: використовується для того, щоб теодоліт був встановлений у вертикальному положенні. Він складається з лінзи та джерела світла, яке можна спостерігати в телескоп.

Електронні компоненти. Закономірним є те, що сучасні теодоліти оснащені електронними компонентами, включаючи цифрові дисплеї, лазерні далекоміри та інклінометри, які підвищують точність вимірювань і полегшують використання.

Варто наголосити на тому, що існують різні типи теодолітів, які призначені для конкретних геодезичних завдань. Ось огляд найпоширеніших типів теодолітів і їх конкретних застосувань [3]:

1. **Оптичний теодоліт:** це найбільш традиційний тип теодоліта, який використовує ноніусну шкалу та оптичну систему для вимірювання кутів. Оптичні теодоліти підходять для широкого кола геодезичних завдань, включаючи вимірювання кутів і відстаней, картографування місцевості та визначення розташування об'єктів.

2. **Цифровий теодоліт:** цифрові теодоліти – оснащені електронними компонентами, такими як цифровий дисплей, лазерний далекомір і інклінометр. Вони точніші та ефективніші, ніж оптичні теодоліти, і підходять для складніших геодезичних завдань, таких як планування будівельних майданчиків, проектування доріг і землеустрою.

3. **Тахеометр:** тахеометр – це теодоліт, який оснащено вимірювачем відстані, що дає змогу одночасно вимірювати кути, відстані та висоти. Його також можна використовувати для збору даних і передачі їх на комп'ютер для аналізу, що робить його придатним для великомасштабних геодезичних проектів, таких як картографування та розвиток земель.

4. **Безрефлекторний теодоліт:** безрефлекторні теодоліти призначені для вимірювання відстаней без використання рефлектора. Вони використовують лазер для вимірювання відстаней, що робить їх придатними для вимірювання відстаней на великих відстанях і в районах зі складним рельєфом.

5. **Роботизований теодоліт.** Роботизований теодоліт – це теодоліт, котрий оснащений моторизованим кріпленням, що дозволяє дистанційно керувати ним за допомогою портативного пристрою. Важливо взяти до уваги те, що вони підходять для використання у важкодоступних місцях або де точність є надзвичайно важливою.

6. **GPS-теодоліт:** GPS-теодоліт – це теодоліт, оснащений GPS-приймачем, що дозволяє використовувати його для точного позиціонування та визначення

місцезнаходження. Вони підходять для картографування, будівництва та геодезії.

Геодезія передбачає різноманітні вимірювання для точного визначення положення, відстані, кутів і висот точок на поверхні Землі. Ось деякі з різних типів вимірювань, які використовуються в геодезії [4]:

1. Лінійні вимірювання:

- Ланцюгове дослідження: Історично ланцюги використовувалися для вимірювання відстаней. Сучасні методи часто використовують електронні далекоміри (ЕДМ) для більшої точності.

- Стрічки: сталеві або скловолокнисті стрічки зазвичай використовуються для лінійних вимірювань, особливо для коротких відстаней.

2. Кутові вимірювання:

- Теодоліт: цей інструмент вимірює горизонтальні та вертикальні кути, що дозволяє геодезістам визначати відносні кути між точками.

- Тахеометр: тахеометр поєднує в собі теодоліт і електронний пристрій для вимірювання відстані, забезпечуючи вимірювання як кута, так і відстані.

3. GPS (система глобального позиціонування):

- GPS-приймачі використовують супутникові сигнали для визначення точних координат (широти, довготи та іноді висоти) точок зйомки.

- Диференціальний GPS (DGPS) покращує точність шляхом виправлення помилок у стандартній системі GPS.

4. Вимірювання рівня:

- Нівелір: Використовується для вимірювання горизонтальної лінії зору.

- Автоматичні нівеліри та цифрові нівеліри: вдосконалені інструменти, що використовуються для точного нівелювання на великих відстанях.

5. Підшипники компаса:

- Компаси використовуються для вимірювання пеленгів або азимутів, які представляють напрямок лінії відносно магнітної півночі.

6. Вимірювання нахилу та схилу:

- Інклінометри або клінометри використовуються для вимірювання схилів, градієнтів і нахилів.

7. Вимірювальне колесо:

- Використовується для вимірювання відстані вздовж землі, особливо на дорогах або відкритих полях.

8. Фотограмметрія:

- Методи аерофотозйомки, а також дистанційного зондування – використовуються для збору просторових даних і вимірювань із фотографій або зображень.

9. 3D сканування:

- Технологія лазерного сканування або LiDAR (Light Detection and Ranging) використовується для створення високодеталізованих тривимірних моделей об'єктів або ландшафтів.

10. Електронний збір даних:

- Реєстратори даних, збирачі даних і програмне забезпечення використовуються для запису, зберігання та обробки даних опитування в електронному вигляді.

11. Інфрачервоне та теплові зображення [5]:

- Використовується для визначення коливань температури в будівлях, місцевості або об'єктах.

12. Гідрографічна зйомка:

- Гідролокаційні системи використовуються для вимірювання глибини та підводних характеристик водойм.

Таким чином, кожен тип вимірювання служить певній меті в геодезії, і геодезисти обирають відповідний метод на основі вимог свого проекту, а також необхідного рівня точності.

Висновки. Отже, можна стверджувати те, що теодоліти є одними із найнадійніших геодезичних інструментів. Їх можна використовувати для широкого кола завдань, включаючи вимірювання кутів, визначення точок на лінії та обчислення відстаней висоти.

Теодоліти є особливо корисним типом геодезичного обладнання, оскільки вони використовуються в поєднанні зі штативом. Цей штатив робить пристрій більш стабільним, а це, у свою чергу, робить вимірювання більш точними.

Потрібно зауважити те, що цифрові теодоліти стають все більш популярними завдяки появі нових технологій, і вони можуть бути зручнішими за своїх ручних попередників. Цифровий теодоліт пропонує цифрові показання, а не градуйовані кола, і це може зробити його точнішим і простішим у використанні.

Таким чином, геодезисти все ще використовують теодоліти, коли збирають вимірювання на місці зйомки. Теодоліти використовуються не так часто, як раніше, але вони все ще є важливою частиною інструментів кожного геодезиста.

Список використаної літератури

1. Угненко Є. Б., Тимченко О. М., Ужвієва О. М. та ін. Геодезичні дослідження при визначенні зсувних процесів на ділянках шляхів сполучення у гірській місцевості : навчальник посібник. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2019. 184 с.

2. Новаковська І. О., Жопкевський П. Ф., Іщенко Н. Ф. Геодезія: навч. Посібник : К.: НАУ, 2021. 232с.

3. Калинич І.В., Гриник Г.Г., Ничвид М.Р. Геодезія: навчальний посібник. Ужгород: ДВНЗ «УжНУ», 2020. 248 с.

4. Пеньков В. О. Геодезія (модуль 4 «Інженерна геодезія») : конспект лекцій для бакалаврів спеціальності 193 Геодезія та землеустрій. Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 95 с.

5. Угненко Є. Б., Тимченко О. М., Ужвієва О. М., Орел Є. Ф., Сорочук Н. І. Геодезичні дослідження при визначенні зсувних процесів на ділянках шляхів сполучення у гірській місцевості: навч. посібник. Київ: Видавничий дім «Кондор», 2019. 184 с.

Вадим БОЙКО⁷,
студент 1 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

СИНЬО-ЗЕЛЕНІ ВОДОРОСТІ (СYANOPHYTA) ВОДОЙМ ВІННИЧНИНИ

***Анотація.** В даній статті поширення та вплив синьо-зелених водоростей у водах Вінниччини. За допомогою мікроскопії та хімічного аналізу була виявлена різноманітність цих організмів у водоймах регіону. Результати підтвердили значну кількість синьо-зелених водоростей у водних ресурсах Вінниччини. Особлива увага приділялась видам, які виробляють токсини та можуть загрожувати екосистемам та здоров'ю людей. Це підкреслює необхідність постійного моніторингу та контролю за поширенням цих водоростей для збереження біорізноманіття та забезпечення безпеки водних ресурсів. Дослідження акцентує увагу на важливості розробки стратегій управління водними екосистемами Вінниччини з урахуванням поширення та впливу синьо-зелених водоростей. Це може включати розробку програм моніторингу, регулювання кількості та видів водоростей та підвищення громадської свідомості. Подальші дослідження механізмів зростання та розмноження водоростей є важливими для розробки ефективних стратегій управління їх популяціями та забезпечення сталого розвитку водних екосистем регіону.*

***Ключові слова:** синьо-зелені водорості, моніторинг поширення, шкідливість.*

***Annotation.** In this article, the distribution and impact of blue-green algae in the waters of Vinnytsia. Microscopy and chemical analysis revealed the diversity of these organisms in the reservoirs of the region. The results confirmed a significant*

⁷Науковий керівник: Яковець Л.А. кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

amount of blue-green algae in the water resources of Vinnytsia. Particular attention was paid to species that produce toxins and can threaten ecosystems and human health. This emphasizes the need for constant monitoring and control of the spread of these algae in order to preserve biodiversity and ensure the safety of water resources. The study focuses on the importance of developing strategies for the management of water ecosystems of Vinnytsia region, taking into account the distribution and impact of blue-green algae. This may include developing monitoring programs, regulating the amount and species of algae, and raising public awareness. Further research into the mechanisms of growth and reproduction of algae is important for the development of effective strategies for managing their populations and ensuring the sustainable development of the region's aquatic ecosystems.

Key words: *blue-green algae, distribution monitoring, harmfulness.*

Вступ. З приходом спекотного літа жителі Вінниці все частіше спостерігають, як вода більшості водойм стає зеленою.

За словами екологів, зелене забарвлення води спричинене надходженням у водойми мінеральних речовин, особливо азотних і фосфорних добрив, синтетичних миючих засобів, органічних забруднювачів і побутових відходів. Ціанобактерії – це синьо-зелені водорості. Їх називають синьо-зеленими водоростями, оскільки вони часто утворюють синьо-зелену слизову плівку на поверхні звичайної прісної або морської води. Це явище відоме як «цвітіння води» і становить особливий ризик для здоров'я людини, оскільки є дуже токсичним при контакті. Це означає, що у водойми потрапляє велика кількість органічних речовин і поживних речовин.

Інша причина – глобальне потепління та застій води. Літо стає довшим і спекотнішим, а кількість опадів зменшується. Це створює сприятливі умови для росту синьо-зелених водоростей.

Найбільш ефективним і дієвим способом боротьби з цвітінням синьо-зелених водоростей, і єдиним прийнятним варіантом у внутрішніх водоймах, є випуск молоді товстолобика. Товстолобик – єдина риба у світі, яка харчується синьо-зеленими водоростями. Завдяки своїм харчовим звичкам і будові сітчастих зябрових органів і травного тракту, товстолобика є рибами-регенераторами.

Цей метод широко використовується в Китаї та багатьох інших країнах для боротьби зі спалахами синьо-зеленого коропа. Інтродукція білого товстолобика дозволяє більш повно і раціонально використовувати біоресурси та здійснювати біологічне відновлення.

Мета. Дослідження полягає у вивченні синьо-зелених водоростей у водоймах та способами боротьби з ними.

Виклад основного матеріалу. Ціанобактерії є найдавнішими організмами на Землі і відіграють важливу роль у водних екосистемах. Вони зустрічаються у всіх типах водойм, від морського дна до прісноводних озер і ставків, а також у наземних водоймах, таких як ставки та річки. Вони добре пристосовуються до

різних умов і можуть існувати в найрізноманітніших середовищах, включаючи кислі водно-болотні угіддя та води з високою солоністю.

Існує близько 30 000 видів водоростей. Їх розмір коливається від мікрон (більшість одноклітинних водоростей) до 40 метрів (бурі водорості). Вони можуть бути одноклітинними або багатоклітинними [6].

Синьо-зелені представляють собою одноклітинні, колоніальні або нитчасті водорості з типовою для прокаріотів будовою клітин, що означає відсутність ядра, пластидів, мітохондрій та ендоплазматичної сітки. Їх оболонка складається з чотирьох шарів, є міцною і має склад з пектинових речовин і муреїну, іноді з слизовою піхвою, що містить геміцелюлозу. Протопласт розмежований на зовнішній шар, відомий як хроматоплазма, яка має ламелярну структуру і виконує функції хлоропластів, та центроплазму, де розташована ДНК і що функціонально відповідає ролі ядра.

Синьо-зелені водорості розмножуються вегетативно. Поділ клітин, фрагментація колонії, утворення ниткоподібних частин (формоній), у гетероцитних трихомах поділ на формоній відбувається вздовж гетероцисти.

Нестатеве розмноження відбувається за участі ендоспор та екзоспор. Статевий процес розмноження у синьо-зелених водоростей не виявлено у синьо-зелених водоростей [5].

Однією з найвідоміших особливостей ціанобактерій є їхня здатність до фотосинтезу, подібно до рослин. Використовуючи сонячне світло як джерело енергії, вони синтезують органічні сполуки з вуглекислого газу та води. Цей процес важливий для підтримання екологічної рівноваги, оскільки сприяє виробленню кисню та виведенню вуглекислого газу з атмосфери.

Іншим важливим аспектом є здатність адаптуватися до екстремальних умов навколишнього середовища. Деякі ціанобактерії можуть виживати в кислому або лужному середовищі, при високих або навіть низьких температурах, де інші організми не можуть вижити [5].

Багато видів ціанобактерій мають спеціалізовані структури, які допомагають їм адаптуватися до навколишнього середовища. Наприклад, деякі з них мають структури під назвою гідрогеносоми, які допомагають їм зберігати та виділяти гази. Деякі види також мають спеціалізовані клітинні структури, які захищають їх від ультрафіолетового випромінювання та хижих бактерій.

Ціанобактерії належать до групи бактерій, які зазвичай є одноклітинними організмами, хоча існують і колонії ціанобактерій, які формують тонкі плівки або зелені або сині нальоти на різних поверхнях. Вони є прокаріотичними організмами, що означає, що вони не мають ядра або внутрішніх мембран, які оточують їхню генетичну матерію. Їхні генетичні матеріали розташовані у цитоплазмі.

Ціанобактерії відрізняються від інших бактерій тим, що вони мають фотосинтетичні пігменти, подібні до тих, що зустрічаються у рослин. Головний пігмент, що забезпечує фотосинтез у ціанобактерій, називається хлорофіл, який здатний захоплювати світло для прямого створення енергії для фотосинтезу. Окрім того, вони також містять фікоціанін, фікоеритрин та каротиноїди, які надають їм характерний синій, зелений або червонуватий колір [6].

Цвітіння синьо-зелених водоростей (рис. 1) є глобальною проблемою, оскільки відбувається навіть під товстими шарами льоду, утворюючи «офшорну зону», пошкоджуючи весь організм тварин і призводячи до токсичності водних організмів [4].



Рис. 1. Цвітіння води

Останніми роками синьо-зелені водорості почали цвісти в українських річках, озерах і водосховищах, а влітку навіть у Чорному морі, що свідчить про активне розмноження синьо-зелених водоростей. Ціанобактерії поширені у стоячій воді, озерах, ставках і повільних річках. Під час «цвітіння» вода має неприємний запах, погіршується смак і якість навколишнього середовища. Надмірне «цвітіння» є особливо шкідливим, і шар «зацвілої» води може досягати товщини 10-15 см. Високі концентрації ціанобактеріальних токсинів можуть бути присутніми по всій товщі забрудненої води. Поширеними у водоймах України зі стоячою водою, є спіруліна і лінгбія [2].

Коли водорості перевищують критичну кількість, активується процес автолізу. Це позбавляє воду кисню і вивільняє метан, сірководень, аміак та інші токсичні речовини. В результаті гине не лише риба. Синьо-зелені водорості, які не розкладаються у воді, опускаються на дно і спричиняють замулення. Взимку синьо-зелені водорості утворюють спори, які опускаються на дно і прокидаються знову, коли температура води піднімається до 10°C [7].

Деякі види ціанобактерій виробляють токсини, які впливають на організм людини. При споживанні або купанні в забрудненій воді або продуктах, вирощених у такій воді.

Тварини, птахи та риби також можуть бути отруєні високим рівнем токсинів ціанобактерій у воді. Вони становлять для них смертельну небезпеку. Відомі випадки масового отруєння домашніх тварин, які пили воду з водойм із синьо-зеленими водоростями [1].

Розмноження та розвиток синьо-зелених водоростей в основному є результатом людської діяльності, тобто викиду великої кількості органічних речовин та поживних речовин у водойми. Звичайно, на розмноження та розвиток синьо-зелених водоростей впливають такі умови навколишнього середовища, як:

- метеокліматичні – швидкість вітру, температура навколишнього середовища, інтенсивність сонячної радіації, опади;
- гідрологічні – прозорість води, швидкість течії;
- біологічні – водяна рослинність та ін.

Інша причина – глобальне потепління та стояча вода. Літо стає довшим і спекотнішим, а кількість опадів зменшується. Це створює сприятливі умови для розмноження синьо-зелених водоростей [4].

Цвітіння синьо-зелених водоростей найбільш поширене в Україні, де вони не лише змінюють колір води, але й спричиняють неприємні запахи. Масове цвітіння водоростей в Україні має антропогенне походження:

- уповільнення течії води в річках, створення каскадів у водосховищах;
- підвищене антропогенне навантаження: надмірні стічні води міських, промислових і сільськогосподарських підприємств, що містять азот, фосфор, залізо, кремній та органічні речовини;
- використання мінеральних (фосфатів і азоту) та органічних добрив у сільськогосподарському виробництві;
- використання деяких миючих засобів у побуті (пральні порошки, засоби для миття посуду, абразивні матеріали) [1].

За останнє десятиліття відсутність активного управління та регулювання забруднення стічних вод суттєво вплинула на стан водних об'єктів України. Скиди стічних вод та аварії на очисних спорудах сприяють збагаченню водойм поживними речовинами. Нарешті, агресивне використання води заводами та фермами призвело до того, що річки обміліли, створивши ідеальні умови для цвітіння водоростей [2].

Проте, вчені продовжують вивчати ціанобактерії та їхню потенційну користь і шкоду. Деякі види ціанобактерій можна використовувати в біотехнології для виробництва біопалива, біологічно активних сполук і навіть харчових добавок. Водночас дослідження продовжують розробляти методи контролю за поширенням шкідливих ціанобактерій та мінімізації їхнього впливу на навколишнє середовище і здоров'я людини.

Ціанобактеріологія – це галузь науки, яка вивчає ціанобактерії, раніше відомі як синьо-зелені водорості. Це одноклітинні або колоніальні мікроорганізми, які мешкають у прісній, солоній, морській воді, ґрунті та рослинах [6].

Деякі ціанобактерії є шкідливими, але також мають ряд потенційно корисних застосувань:

біопаливо: деякі види ціанобактерій мають здатність накопичувати жир у своїх клітинах. Це дозволяє використовувати ці мікроорганізми для виробництва енергії, що робить їх більш чистим і стійким джерелом енергії;

біотехнології та фармацевтика: деякі ціанобактерії містять унікальні біологічно активні сполуки з потенційним медичним застосуванням. Наприклад, деякі види мають антибіотичні властивості, а інші можуть виробляти сполуки з протизапальними та антиоксидантними властивостями;

харчова промисловість: деякі ціанобактерії можна використовувати в харчовій промисловості як джерело білка та інших корисних поживних речовин. Наприклад, спіруліна, різновид ціанобактерій, вже використовується як харчова добавка завдяки високому вмісту білка та вітамінів;

очищення води: деякі види ціанобактерій можна використовувати для очищення води від забруднювачів. Ціанобактерії можуть поглинати важкі

метали та інші токсичні речовини, що містяться у воді, і тому їх можна використовувати в системах очищення води;

косметична промисловість: деякі ціанобактерії містять антиоксиданти та інші сполуки, корисні для шкіри та волосся. Такі сполуки можна використовувати в косметиці для покращення стану шкіри та волосся[7].

Контроль та моніторинг. Через потенційні ризики, пов'язані з цвітінням токсичних водоростей, важливо відстежувати та контролювати їхнє поширення. Це включає регулярне тестування водних екосистем для виявлення ціанобактерій і вимірювання концентрації токсинів у воді. Якщо виявлено високий рівень токсинів або існує ризик підводного цвітіння, доступ до водойм можна обмежити, попередити населення та вжити інших заходів, щоб зменшити ризик отруєння [4].

Шляхи зменшення ризику. Існують різні стратегії та методи для зменшення ризику токсичних водоростей та цвітіння води. Деякі з них включають в себе:

- моніторинг якості води: регулярне вимірювання рівня поживних речовин у воді, таких як фосфати та нітрати, може запобігти розмноженню ціанобактерій;

- контроль водообміну: зменшення викидів поживних речовин і забруднювачів у водойми може знизити ризик цвітіння ціанобактерій;

- управління навколишнім середовищем: підтримуючи біорізноманіття та здоров'я водних екосистем, можна стабілізувати природні процеси та зменшити ризик цвітіння токсичних водоростей [1].

Ще один ефективний спосіб боротьби з цвітінням синьо-зелених водоростей, і єдиний прийнятний варіант у внутрішніх водоймах, – це випуск молоді товстолоба. Завдяки своєму раціону, сітчастому зябровому апарату та будові травного тракту, товстолоб є меліоратором. М'ясо товстолоба є цінними, якісними та безпечними для людини, оскільки вони харчуються токсичними синьо-зеленими водоростями, незважаючи на те, що живляться токсичними водоростями.

Цей метод широко використовується в Китаї та багатьох інших країнах для боротьби зі спалахами синьо-зелених водоростей. Інтродукція білого товстолобика дозволяє більш повно і раціонально використовувати біоресурси, забезпечувати біологічне відтворення та високу якість рибної продукції.

Відсутність конкуренції за їжу є дуже цінною властивістю цієї риби і дозволяє випускати мальків білого товстолобика у велику кількість водойм без шкоди для іхтіофауни. Для боротьби з ціанобактеріями та їхнім негативним впливом необхідно встановлення систем моніторингу водойм, регулярне вивчення їхнього розповсюдження та контроль якості води. Важливо також здійснювати освітню роботу серед населення щодо ризиків, пов'язаних з ціанобактеріями, та заохочувати використання методів екологічного управління для збереження водних ресурсів у майбутньому [3].

Перспективи досліджень. Незважаючи на значний прогрес у вивченні ціанобактерій та їхнього впливу на навколишнє середовище, все ще існує багато сфер, які потребують подальших досліджень. Наприклад, розуміння

механізмів виробництва токсинів ціанобактерій може допомогти розробити більш ефективні методи контролю та управління. Крім того, вивчення реакції ціанобактерій на зміну клімату та інші антропогенні впливи може бути важливим для прогнозування майбутніх змін у поширенні та поведінці ціанобактерій [7].

Висновки. Отже, ціанобактерії є важливим компонентом водних екосистем, але деякі їх види мають згубний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людини. Для збереження біорізноманіття та забезпечення безпеки водних ресурсів необхідно продовжувати наукові дослідження та впроваджувати ефективні стратегії контролю за ціанобактеріями у водоймах.

Ціанобактерії мають потенціал для різноманітних корисних застосувань у багатьох галузях, включаючи енергетику, медицину, харчову промисловість та охорону навколишнього середовища. Однак для ефективного використання їхнього потенціалу необхідні подальші дослідження і розробки.

Кожен може зробити свій внесок у зменшення забруднення води, утримуючись від використання фосфатовмісних миючих засобів.

Список використаної літератури.

1. Центр громадського здоров'я МОЗ України. URL: <https://phc.org.ua/news/cvitinna-vodi-chim-nebezpechni-cianobakterii> (дата звернення 27.03.2024).
2. Коваленко Т.М., Пінчук Н.В., Вергелес П.М. Мікробіологія та вірусологія. Навч. посіб. Ч 1. за ред. Пінчук Н.В. Вінниця: ВНАУ, 2020. 346 с.
3. Криклива С. Д., Шевчук О. А. Фітосозологічні особливості Вінницької області. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського*. Серія: Географія. Вінниця, 2018. Вип. 15. С. 48-53.
4. Екологи Вінниччини пояснили чому зеленіє вода в озерах та річках. URL: <https://vinnitsa.info/article/ekolohy-vinnychchynu-poyasnyly-chomu-zeleniye-voda-v-ozerakh-ta-richkakh> (дата звернення 27.03.2024).
5. Якубенко Б.Є., Якубенко І.М., Алейніков С.І., Шабарова С.П., Машковська Б.Є. Ботаніка. Підручник. Київ : Видавництво Ліра-К, 2018. 436 с.
6. Неведомська Є.О. Маруненко І.М., Омері І.Д. Ботаніка. Навчальний посібник. К.: ЦУЛ, 2013. 218 с.
7. Цвітіння води: причини та наслідки. URL: <https://ecogrizzly.shop/water-blooms-causes-consequences/> (дата звернення 26.03.2024).

Антоній ГОЛОСКЕВИЧ – ВАСИЛЕЦЬ⁸,
студент 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РОЛЬ ЕНТОМОФАГІВ У РЕГУЛЮВАННІ ЧИСЕЛЬНОСТІ ФІТОФАГІВ

***Анотація.** В даній статі висвітлено ролі ентомофагів у природному регулюванні популяцій шкідливих комах та їх вплив на збереження біорізноманіття та забезпечення екосистем. Ентомофаги, що включають в себе хижких комах та паразитів, є важливими факторами у збалансованому екологічному функціонуванні. Досліджено їхню роль у природному регулюванні чисельності шкідливих комах через взаємодію хижака-жертви, яка сприяє контролю популяцій шкідників. Окрім того, розглянуто вплив ентомофагів на збереження біорізноманіття та забезпечення екосистем через регулювання популяцій не лише шкідливих комах, а й інших видів співтовариства комах. Дієвість біологічного контролю шкідливих комах за допомогою ентомофагів розглянуто як екологічно чистий та стійкий метод, що може зменшити використання хімічних пестицидів та негативний вплив на довкілля. Зазначено, що подальші дослідження в цьому напрямку можуть сприяти розвитку ефективних методів біологічного контролю шкідливих комах та забезпеченню стійкого розвитку сільського та лісового господарств.*

***Ключові слова:** ентомофаги, фітофаги, паразити, хижаки.*

***Annotation.** This article highlights the role of entomophages in the natural regulation of populations of harmful insects and their impact on the preservation of biodiversity and the maintenance of ecosystems. Entomophages, which include predatory insects and parasites, are important factors in balanced ecological functioning. Their role in the natural regulation of the number of harmful insects through the predator-prey interaction, which contributes to the control of pest populations, has been studied. In addition, the influence of entomophages on the preservation of biodiversity and the provision of ecosystems through the regulation of populations of not only harmful insects, but also other types of the insect community is considered. The effectiveness of biological control of harmful insects with the help of entomophages is considered as an environmentally friendly and sustainable method that can reduce the use of chemical pesticides and the negative impact on the environment. It is noted that further research in this direction can contribute to the development of effective methods of biological control of harmful insects and to ensure the sustainable development of agriculture and forestry.*

***Key words:** entomophages, phytophages, parasites, predators.*

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

Вступ. Комахи (Insecta) є надзвичайно різноманітною та численною групою організмів у природі. Деякі з них, відомі як шкідливі комахи, можуть завдавати значних збитків сільському та лісовому господарству, а також загрожувати екосистемному балансу. Однак природа наділена власними механізмами контролю популяцій таких комах, і одним із найважливіших механізмів є вплив ентомофагів.

У даній статті висвітлюється багатогранна роль ентомофагів у регулюванні популяцій шкідливих комах. Вона розглядає механізми взаємодії хижака та жертви, що лежать в основі цього регулювання, та розглядає більш широкі наслідки для збереження біорізноманіття та екосистем. Крім того, вона досліджує потенціал використання ентомофагів для біологічного контролю шкідливих комах, пропонуючи сталий альтернативний підхід до використання загальноновживаних хімічних методів.

Виклад основного матеріалу. Комахи відіграють ключову роль у наземних екосистемах, виступаючи як запилювачі, розкладачі та здобич для широкого спектру організмів. Однак серед них деякі види відомі як шкідники, що завдають значних збитків сільському господарству, лісівництву та міським ландшафтам. Управління цими шкідливими популяціями є значним викликом для фермерів, лісівників та фахівців з контролю за шкідниками. Одним із ключових механізмів, за допомогою якого природно регулюються популяції комах-шкідників, є комахоїди (ентомофаги). Ентомофаги – це організми, які живляться комахами, і вони відіграють важливу роль у природному регулюванні популяцій шкідливих комах (фітофагів), адже через діяльність фітофагів аграрний сектор потерпає значних втрат врожаїв та забруднення екосистем. Комахоїди можуть включати в себе хижих комах, птахів, павуків та паразитичних комах, які полюють або паразитують на шкідливих видів.

Актуальність використання ентомофагів в сучасному землеробстві є дуже значною, оскільки з кожним роком площі культивованих земель стають все більшими і більшими, що в свою чергу є сприятливою умовою для розмноження та розвитку безлічі видів фітофагів, які завдають значних втрат врожайності. Родини шкідників є досить великими і різноманітними. За підрахунками вчених на території нашої держави кількість шкідників озимої пшениці становить близько 200 видів, кукурудзи – близько 190 видів комах, серед цих видів найбільшу загрозу становлять 22, картоплі і соняшнику – понад 60, у цукрових буряків їх нараховується біля 40. Згідно думки спеціалістів втрати врожаїв від діяльності шкідників та хвороб, які вони викликають становлять близько 30%. Така кількість шкідників стала основною умовою для використання агрохімікатів, оскільки для досягнення гарних врожаїв та отримання прибутку використання пестицидів стало ключовим фактором. Проте їх застосування несе за собою забруднення земель, водойм, повітря. Діючі речовини призводять до вимирання природних ворогів шкідників. Постійне застосування пестицидів призводить до того, що нові покоління фітофагів стають стійкими до діючих речовин препаратів, що змушує вчених і науковців розробляти потужніші препарати. Це несе за собою значні витрати, а

наслідки від внесення цих препаратів стають гіршими для довкілля, людей та тварин.

Враховуючи ці факти, використання ентомофагів є ключовим методом вирішення проблеми забруднення довкілля та збереження біорізноманіття в світі.

Механізми, за допомогою яких ентомофаги регулюють популяції шкідливих комах, різноманітні. Деякі хижі комахи, наприклад, полюють на шкідливих комах, використовуючи стратегії полювання, такі як напад із засідки або активне полювання.



Рис.1. Ентомофаг Coccinellidae Latreille

Яскравим прикладом такого ентомофага є сонечко (Coccinellidae). Сонечко – відносно невелика родина ряду твердокрилик (Coleoptera), яка налічує 5200 видів. Сонечка належать до комах із повним перетворенням (метаморфоз) і у життєвому циклі проходять стадії яйця, личинки, лялечки та маго. Ці комахи є важливими ентомофагами, які сприяють екологічно стійкому управлінню шкідниками у сільському господарстві та підтримці екосистемної рівноваги, їхня присутність допомагає знижувати потребу у хімічних пестицидах та зберігати природний баланс в агроекосистемах. За своє життя представники цього виду винищують чималу кількість шкідників, можуть допомогти знизити чисельність популяцій шкідливих комах до рівня, який не завдає серйозної шкоди рослинам.

Інші ентомофаги можуть бути паразитичними комахами, які відкладають свої яйця в тіла своїх хазяїнів, вбиваючи їх або використовуючи їх як їжу для своїх личинок. У природних екосистемах регуляція популяцій шкідливих комах ентомофагами відіграє ключову роль у збереженні біорізноманіття. Ентомофаги сприяють контролю популяцій шкідливих комах, що допомагає утримувати їхні популяції у межах природного балансу. Крім того, вони можуть мати вплив на інші аспекти екосистем, наприклад, запилювання рослин або регулювання розкладу органічного матеріалу.

Використання ентомофагів не несе за собою повне винищення фітофагів, а займається біологічним контролем їх чисельності, який ґрунтується на таких стратегіях:

1) введення в популяцію шкідливих видів біологічного агента з віддаленого ареалу для його обживання і постійної регуляції чисельності фітофагів. Вперше ця стратегія була використана для успішного контролю популяцій червеців (*Icerya purchasi*) жуком родолія кардинальна (*Rodolia*

cardinalis), завезеним з Австралії в США (Каліфорнію) в ХІХ столітті. Тому ця стратегія часто називається класичною;



Рис.2. *Rodolia cardinalis*

2) разове заселення ентомофага в агроєкосистему, який в переважній кількості випадків буде розмножуватися і слугувати як регулятор чисельності фітофагів;

3) Оперативне стримання шкідливих видів комах неодноразовим впускання в зону дії та поширення шкідника його природних ворогів;

4) Збереження та облік корисних видів агроєкосистем. Основними завданнями цього методу є:

- забезпечення умов для збереження корисних організмів, які мешкають в ареалах існування шкідників та покращення умов для їхнього розвитку;

- застосування штучно розведених ентомофагів та їх розвиток за рахунок чого встановлюється баланс шкідників та хижаків;

- підселення раніше невідомих для місцевості ентомофагів (класичний метод).

Проте для забезпечення сталості біологічного контролю та збереження природного балансу необхідно проводити подальші дослідження щодо взаємодії між ентомофагами та шкідливими комахами, а також приділяти увагу охороні природних середовищ, де проживають ентомофаги. Зокрема, розробка і впровадження ефективних стратегій збереження та стимулювання популяцій ентомофагів може включати:

1) Створення сприятливих середовищ для ентомофагів: Різноманітність структури ландшафту, наявність різних типів рослинності та різноманіття мікроекологічних умов можуть стимулювати розмаїття ентомофагів. Наприклад, наявність квітучих рослин для харчування та притулків для зимівлі може сприяти збільшенню популяцій корисних комах;

2) Мінімізація використання хімічних пестицидів: Застосування інтегрованих методів управління шкідниками, які базуються на збереженні ентомофагів, може допомогти знизити рівень використання хімічних пестицидів. Це може включати в себе використання біологічних контрольних агентів, які мають мінімальний вплив на корисних комах, а також використання агротехнічних методів, що сприяють збереженню екосистем;

3) Дослідження і моніторинг популяцій ентомофагів: Проведення наукових досліджень для оцінки стану популяцій ентомофагів, їхніх міграційних маршрутів та факторів, що впливають на їхню ефективність, може допомогти в розробці ефективних програм збереження та підтримки цих корисних організмів;

4) Освіта та підвищення обізнаності: Широка освіта сільських господарів, лісівників та інших учасників сільськогосподарських та лісових господарств про роль ентомофагів у природних екосистемах та методи їх збереження може сприяти підвищенню усвідомлення та впровадженню практичних заходів з охорони цих корисних комах.

Загальна мета таких заходів полягає у забезпеченні стійкого та ефективного управління популяціями шкідливих комах шляхом збереження та підтримки їхніх природних ворогів – ентомофагів. Це дозволить зберегти біорізноманіття, знизити вплив антропогенних дій на навколишнє середовище та забезпечити стабільність сільськогосподарських та лісових екосистем.

Висновки. В даній науковій статті була розглянута роль ентомофагів у регулюванні популяцій фітофагів у сільськогосподарських угіддях. Висновки дозволяють зрозуміти важливість ентомофагів у забезпеченні стійкого та ефективного управління шкідливими комахами у сільському господарстві.

Дослідження показали, що ентомофаги відіграють ключову роль у природному контролі популяцій фітофагів, що допомагає зберегти врожайність культурних рослин та запобігти значним втратам у врожаї. Ентомофаги також сприяють зниженню залежності від хімічних пестицидів, що дозволяє зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей.

Загальний висновок полягає в тому, що збереження та стимулювання популяцій ентомофагів є важливим елементом сталого сільськогосподарського виробництва. Необхідно вдосконалювати методи захисту рослин, які сприяють збереженню цих корисних комах, щоб забезпечити стабільність виробництва, зберегти біорізноманіття та захистити навколишнє середовище для майбутніх поколінь.

Список використаної літератури

1. «Ентомологія». URL <https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%8F> (дата звернення 21.03.2024 р.).
2. Федоренко, В.П., Мостов'як, С.М., Мостов'як, І.І. Екологічно безпечні методи контролю чисельності шкідників у сучасних агротехнологіях. 2021. 11 с.
4. Snyder, W. E., & Wise, D. H. (2001). Predator interference and the establishment of generalist predator populations for biocontrol. *Biological Control*. 2001. С. 192–197.
5. Bianchi, F. J., Booij, C. J., Tschamntke, T. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2016, С. 1715–1727.
6. Losey J. E., Vaughan M. The economic value of ecological services provided by insects. *BioScience*. 2006, P. 311–323.

7. Symondson W. O., Molecular identification of prey in predator diets. *Molecular Ecology*. 2002, P. 627-641.

8. Амонс С.Е. Біологічний захист рослин в системі органічного землеробства. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 25. С. 167–176.

9. «Сонечка» У Вікіпедія: вільна енциклопедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Сонечка> (дата звернення 21.03.2024)

Єва ХЛОПКО⁹,
студентка 1 курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ШАВЛІЯ (SALVIA) У ЛАНДШАФТНОМУ ДИЗАЙНІ ТА У МЕДИЦИНІ ЯК КОРИСТЬ ДЛЯ ЛЮДЕЙ

***Анотація.** У статті розглянуто роль шавлії (Salvia) у ландшафтному дизайні та її медичні властивості, користь для людей. Шавлія відома своїми декоративними властивостями, тому її широко використовують у ландшафтному дизайні для створення красивих та функціональних садів. Зокрема, різноманітні сорти шавлії використовуються для створення квіткових клумб, бордюрів та альпійських гірок.*

Крім того, шавлія має значний медичний потенціал. Вона відома своїми протизапальними, антимікробними та антиоксидантними властивостями. Екстракти з шавлії використовуються у народній та традиційній медицині для лікування різноманітних захворювань, включаючи застуду, захворювання дихальних шляхів, а також для покращення пам'яті та концентрації уваги. Дана стаття надає огляд потенційних застосувань шавлії як елементу ландшафтного дизайну та її важливої ролі в підтримці здоров'я людини.

***Annotation.** This article explores the role of sage (Salvia) in landscape design and its medicinal properties, beneficial for humans. Sage is known for its decorative qualities, hence its widespread use in landscape design for creating beautiful and functional gardens. Various varieties of sage are used for flower beds, borders, and alpine gardens.*

Additionally, sage holds significant medicinal potential, being recognized for its anti-inflammatory, antimicrobial, and antioxidant properties. Extracts from sage are utilized in folk and traditional medicine to treat various ailments, including colds, respiratory infections, as well as to improve memory and concentration. This article provides an overview of the potential applications of sage as a component of landscape design and its important role in supporting human health.

⁹Науковий керівник: Яковець Л.А. кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

Вступ. Античні медики встановили, що шавлія-священна трава і це було відомо ще в стародавньому Єгипті. Єгиптянки приймали настої шавлії для лікування жіночої безплідності. Також за даними Великої Медичної Енциклопедії, шавлія лікарська має такі властивості:

- Антимікробна дія;
- Знижує пітливість та нормалізує роботу сальних залоз;
- Покращує пам'ять;
- Заспокійлива дія;
- Болезаспокійливе;
- Підвищує дітородну функцію;
- Бактерицидні властивості.

Шавлія давно використовується у народній медицині для лікування різноманітних захворювань, включаючи застуди, грип, проблеми зі шкірою та гастроінтестинальний дисбаланс. Вона також відома своєю здатністю полегшувати біль та запалення, що робить її цінним засобом для застосування в медичних цілях [1, 2].

Деякі дослідження показали, що шавлія може мати певний потенціал у підтримці здоров'я мозку та пам'яті, а також у зменшенні симптомів депресії та тривожності.

У ландшафтному дизайні шавлія часто використовується для створення ароматичних лікарських садів або як окремий акцент у клумбах та бордюрах. Її стійкість до посухи та відносна невимогливість роблять її відмінним вибором для кам'янистих садів або садових композицій у регіонах з помірним кліматом.

Мета. Дослідження полягає у вивченні шавлії, як корисної рослини у медицині, а також ароматичної для садів. Дослідженням буде приділено увагу властивостям рослини, які роблять її цінною як у садовому, так і в медичному контексті.

Виклад основного матеріалу. Шавлія, з великим успіхом використовується як у ландшафтному дизайні, так і у медицині, привертаючи увагу своєю красою та корисними властивостями для здоров'я. Ця рослина, з багатовіковою історією використання, стала не тільки популярним елементом в садовому дизайні, але й має значний потенціал для поліпшення здоров'я людей.



Рис.1. Шавлія

Шавлія (рис. 1) – це вічнозелений чагарник з сімейства м'ятних, родини ясноткових, або губоцвітів, відома своїм ароматом і напівкущовим виглядом. Її стебла прямі, опушені, можуть досягати висоти до 70 см, а в окремих випадках можуть сягати й метра. Він має темно-зелені стебла і такого ж кольору листя, що вкриті ворсинками. Квіти шавлії, які з'єднуються в пухке верхівкове колосоподібне суцвіття, є двостатевими і неправильної форми. Вони мають двогубу дзвіночкоподібну опушену чашечку та двогубий синьо-фіолетовий віночок і розквітають зазвичай у червні-липні. Плоди шавлії – це одно сім'яні горішки, які починають дозрівати в серпні. Форма листя шавлії може бути яйцеподібно-довгастою або подовжено-еліптичною. Біля основи листя може бути більш округлим або неглибоко-серцеподібним, в той час як на верхівці воно може бути більш гострим або навпаки – тупим. Листя шавлії характеризуються наявністю дрібних зубчиків на краях.

Листові пластинки шавлії відрізняються густою мережею жилок. Зверху вони сильно вдавлені, тоді як знизу вони опуклі. Це призводить до того, що поверхня листків рослини має дрібнопористу структуру.

Шавлія є важливим джерелом ефірної олії, яка присутня у всіх частинах рослини, хоча найвищий вміст цього компонента спостерігається у листі, і становить від 1 до 2,5%. У складі ефірної олії можна знайти цинеол (до 15%), туйон, пінен, сальвен, борнеол, тимол, камфору, карвакрол та інші терпеноїди.

Лікарська сировина шавлії також містить:

- Дубильні речовини (4%);
- Тритерпенові кислоти, такі як урсолову й олеанолову;
- Вітаміни: С, Е, К, групи В (фолієва кислота В9, піридоксин В6, тіамін В1, рибофлавін В2, нікотинова кислота В3), вітамін А і бета-каротин;
- Мікро- та макроелементи: калій, цинк, кальцій, залізо, марганець, мідь і магній;
- Смолисті та гіркі речовини;
- Флавоноїди;
- Кумарин ескулетин та інші сполуки.

Властивості шавлії включають сильні антисептичні ефекти, зумовлені наявністю рослинного антибіотика сальвіну, який допомагає у боротьбі з золотистим стафілококом та його слідами життєдіяльності, а також проявляє високу протигрибкову активність.

Лікарська шавлія має протизапальні, кровоспинні, загоювальні та зтягуючі властивості. Вона зміцнює епітелій, поліпшує функціонування шлунково-кишкового тракту, має невеликий спазмолітичний ефект. Крім того, вона тонізує серцевий м'яз, нормалізує обмінні процеси в організмі та позитивно впливає на нервову та кровотворну системи.

Було науково підтверджено, що шавлія має позитивний вплив на статеву систему та продукцію гормонів, що сприяє заплідненню.

Традиційно шавлію використовують для лікування кашлю, запалення верхніх дихальних шляхів та ГРВІ. Вона також ефективна при тонзилітах та ангінах. Настій шавлії призначають при спастичних коліках та гастритах зі

зниженою кислотністю. Рекомендується застосовувати шавлію при стоматологічних захворюваннях, таких як пульпіти, хейліти, гінгівіти, стоматити, а також афтозні ураження.

З листя шавлії готують кровоспинні та протизапальні примочки при загостренні геморою. Ванни з настоєм шавлії рекомендуються при екземі, нейродерміті, псоріазі та інтертригінозній епідермофітії.

У лікуванні хронічних обміно-дистрофічних захворювань суглобів, ревматизму, запалення суглобів, радикуліту, деформуючого остеоартрозу та міжхребцевого остеохондрозу, – шавлія використовується як складова комплексної терапії. Часто в цій терапії використовують настій, чай або відвар з листя шавлії, але рідше застосовують олію або мазь на основі цієї рослини.

Шавлія лікарська володіє високою декоративністю, і часто вона застосовується в ландшафтному дизайні для створення унікальних композицій (рис.2). Використовується як елемент композицій, де вона додає текстурної та кольорової різноманітності.



Рис 2. Шавлія, як елемент декору у ландшафті

Дослідники встановили, що її аромат та квітучі верхівки приваблюють бджіл та інших комах, що сприяє запиленню рослин у саду(рис.3). Шавлія також є відмінним вибором для садів з помірним кліматом, оскільки вона володіє стійкістю до посухи та відносною невимогливістю.

Рекомендується використовувати шавлію для оточення грядок моркви, що допомагає відлякувати морквяну муху. Віддає перевагу теплу, тому рекомендується садити її на сонячних ділянках [3].



Рис.3. Квіти шавлії

У ландшафтному дизайні сині відтінки багатьох видів шавлії мають важливе значення, оскільки вони оптично розширюють простір між рослинами у міксбордерах. Їх квітіння триває до осені і чудово розбавляє колорит посадок пізньоцвітучих рослин, таких як геліопсиси, анемони японські, айстри ново-бельгійські та ново-англійські, створюючи контраст з жовтими квітами манжеток, рудбекії, кореопсису, гайлардії та лілійників. Шавлія також гармонійно поєднується з рослинами схожої структури, такими як астильба, вероніка та веронікаструм, а також легкими суцвіттями гіпсофіли та деревії птармики.

Шавлія є необхідною складовою «удольфівських» квітників, які підтримують ідею природності, що була пропагована голландським ландшафтним дизайнером Пітом Удольфом. Завдяки своїй стійкості до посухи, шавлія чудово поєднується з численними злаками і деревами, утворюючи гармонійний ансамбль разом із астранцією. Таке поєднання відтворює природну простоту ландшафтів.

Інший відомий голландський ландшафтний архітектор – Мієн Руйс, яка стала лідером руху за «Нове впровадження багаторічників» у 90-х роках минулого століття, в своїх проектах вдало поєднувала шавлію з трояндами. Вона була впливовою особистістю, яка надихалася підходами англійського ландшафтного архітектора Гертруди Джекілл, вважаної винахідником міксбордерів та стилю сільського саду. Джекілл ввела поняття «саду-картини», порівнюючи його з «заплутаним візерунком старовинної вишивки». Вона радила висаджувати рослини в міксбордерах не у вигляді окремих кольорових плям, а у великих групах, і цей підхід ідеально пасує для використання шавлії [4].

Шавлія може бути вирощена на підвіконні (рис. 4). з насіння, живців або відводів. Проте, простий спосіб отримати шавлію вдома – восени викопати її з саду, пересадити в горщик і поставити на підвіконня або зашлену лоджію. Для розмноження шавлії черенками, необхідно зрізати відростки стебла довжиною не менше 10 сантиметрів. Потрібно видалити всі листя, залишивши лише верхні. Далі зробити свіжий зріз і помістити черенки у ємкість з водою. Протягом двох тижнів вони пустять корінці. Перед посадкою в землю, корінці мають бути не менше 3 см завдовжки.

Вирощування шавлії з насіння вимагає деяких зусиль. Обирайте цілі темні насіння, схожі на горошинки перцю, і обробіть їх розчином марганцівки на 3 години. Після дезінфекції насіння слід слабо висушити і висівати в ємкість з родючим ґрунтом на глибину 0,5 см. Шавлія потребує родючого, суглинкового, добре дренованого ґрунту, багатого на азот. Використовуйте субстрат для кактусів з додаванням перліту і вермикуліту або універсальний субстрат для кімнатних рослин з відповідним рівнем кислотності (6,0-6,5). Посіви слід покрити плівкою або склом і поставити в тепле затінене місце. Один раз на день відкривайте покриття на 15 хвилин для провітрювання.

Коли з'являються перші паростки, покриття слід видалити і ємкості з посівами переносити на підвіконня або лоджію. Молоді рослини потрібно розсаджувати в окремі ємкості. Важливо регулярно поливати і обприскувати

листя шавлії, забезпечуючи ґрунту гарну водопроникність. І головне, чим більше сонця отримує шавлія, тим сильніше буде її аромат.



Рис.4 Квіти шавлії в горщику

Висновки. Отже, шавлія – це рослина, яка не лише прикрашає наші сади та ландшафти, але й має великий потенціал для поліпшення нашого здоров'я. Її використання у ландшафтному дизайні дозволяє створювати привабливі та корисні садові простори, а у медицині вона виявляється ефективним засобом для боротьби з різними захворюваннями та підтримки загального здоров'я. Знання про ці корисні властивості шавлії робить її незамінним елементом як у садовому, так і в медичному світі.

Список використаної літератури.

1. Неведомська Є. О., Маруненко І. М., Омері І. Д. Ботаніка: Навчальний посібник. 2021. 190 с.
2. Лікарські рослини, їх поширення і застосування. URL: <http://www.br.com.ua/> (дата звернення: 19.03.2024).
3. Шавлії листя. URL: <https://liktravy.ua/herbs/shavlii-lystja>
4. Шавлії в ландшафтному дизайні. URL: <https://uk.oburocharlevoix.com/1459-sage-in-landscape-design> (дата звернення: 20.03.2024).

Олександра КРАВЧУК¹⁰,
студентка 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ФІЗІОЛОГІЧНА РІЗНОМАНІТНІСТЬ КСЕРОФІТІВ

Анотація. В даній статті теоретично узагальнено фізіологічну різноманітність ксерофітів. Успадковані пристосування до надлишку або

¹⁰Науковий керівник: Амонс С.Е. кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

дефіциту води показують виражений вплив вологи як екологічного фактора. Багато рослин під час еволюції настільки видозмінилися, що вони здатні процвітати в умовах, де доступна ґрунтова вода порівняно невелика і де рослини без спеціальних адаптивних модифікацій швидко гинуть. Такі посухлюбиві рослини відомі як ксерофіти і мають декілька типів структурних і функціональних модифікацій, які призводять до здатності як витягувати воду з ґрунту, так і утримувати її в тканинах рослин.

Ключові слова: ксерофіти, ефемери, транспірація, продохи.

Annotation. *This article theoretically specifies the physiological diversity of xerophytes. Reduced water supply to excess or water deficiency shows the expression of water flows as an environmental factor. A lot of growths during the hour of evolution have changed, so that there is great prosperity in the minds, where the available ground water is still small and where the growths without special adaptive modifications will quickly die. Such dry-loving plants are known as xerophytes and undergo several types of structural and functional modifications, which lead to the ability to absorb water from the soil and to be absorbed in the tissues of the plants.*

Key words: xerophytes, ephemerals, transpiration, perspiration.

Вступ. Як відомо, ксерофіт є тим видом рослин, який має пристосування до виживання в середовищі з невеликою кількістю рідкої води. Прикладами зазвичай є пустельні регіони, як-от Сахара, а також місця в Альпах чи Арктиці. Популярними прикладами ксерофітів є кактуси, ананас і деякі голонасінні рослини.

Структурні особливості (морфологія) і фундаментальні хімічні процеси (фізіологія) ксерофітів по-різному пристосовані до збереження води, під час сухих періодів. Інші види здатні переживати тривалі періоди надзвичайної сухості або висихання своїх тканин, під час яких їх метаболічна активність може фактично припинитися. Рослини з такими морфологічними та фізіологічними пристосуваннями є ксероморфними. Ксерофіти, такі як кактуси, здатні витримувати тривалі періоди посушливих умов, оскільки вони мають глибоке коріння та здатність зберігати води. Їхнє воскове, колюче листя запобігає втраті вологи. Навіть їх м'ясисті стебла можуть зберігати воду. Інші ксерофітні адаптації включають восковий наліт на листі, здатність скидати листя під час посушливих періодів, здатність змінювати положення або складати листя, щоб зменшити поглинання сонячного світла та розвиток щільного волосистого покриву листя.

Метою даної статті є вивчення фізіологічної різноманітності ксерофітів.

Виклад основного матеріалу. Рослини поглинають воду з ґрунту, яка потім випаровується з їх пагонів і листя; цей процес відомий як транспірація. Якщо помістити її в сухе середовище, типова мезофітна рослина буде випаровувати воду швидше, ніж швидкість поглинання води з ґрунту, що призведе до в'янення і навіть загибелі.

Варто зазначити, що ксерофітні рослини демонструють різноманітність спеціалізованих пристосувань для виживання в таких умовах обмеження води.

Вони можуть використовувати воду зі своїх власних сховищ, розподіляти воду спеціально для місць росту нових тканин або втрачати менше води в атмосферу і таким чином направляти більшу частку води з ґрунту на фотосинтез і ріст. Різні види рослин володіють різними якостями та механізмами управління водопостачанням, що дозволяє їм виживати.

Кактуси та інші сукуленти зазвичай зустрічаються в пустелях, де мало опадів. Інші ксерофіти, такі як певні бромелієві, можуть виживати як у надзвичайно вологі, так і в надзвичайно сухі періоди, і їх можна знайти в сезонно вологих середовищах існування, таких як тропічні ліси, використовуючи ніші, де запаси води занадто переривчасті для виживання мезофітних рослин. Так само рослини чапаралі пристосовані до середземноморського клімату, який має вологу зиму та сухе літо [1].

Рослини, які живуть в арктичних умовах, також мають потребу в ксерофітних адаптаціях, оскільки вода недоступна для поглинання, коли ґрунт промерзлий, наприклад, європейські воскресні рослини *Haberlear hodopensis* і *Ramondaser bica* (рис. 1).



Рис 1. Рослини *Haberlear hodopensis* та *Ramondaser bica*

У середовищах з дуже високою солоністю, таких як мангрові болота та напівпустелі, поглинання води рослинами є проблемою через високий рівень іонів солі. Такі середовища можуть призвести до накопичення надлишку іонів у клітинах, що є дуже шкідливим. Галофіти та ксерофіти еволюціонували, щоб вижити в таких середовищах. Деякі ксерофіти також можна вважати галофітами; однак галофіти не обов'язково є ксерофітами. Наприклад, сукулентний ксерофіт *Zygophyllum xanthoxylum* має у своїх клітинах спеціалізовані білкові транспортери, які дозволяють зберігати надлишок іонів у їхніх вакуолях для підтримки нормального цитозольного рН та іонного складу.

Є багато чинників, які впливають на наявність води, яка є основним обмежуючим фактором проростання насіння, виживання розсади та росту рослин. Відповідно ці чинники включають рідкісні дощі, інтенсивне сонячне світло та дуже теплу погоду, що призводить до швидшого випаровування води. Високий рівень кислотності (рН) навколишнього середовища та високий вміст солей у воді також порушують поглинання води рослинами.

Сукулентні рослини накопичують воду в стеблах або листках. До них відносяться рослини з сімейства *Cactaceae*, які мають круглі стебла і можуть

накопичувати багато води. Листя часто рудиментарні, як у випадку з кактусами, де листя зменшені до колючок, або вони не мають листя взагалі. До них відноситься багаторічна деревна рослина *Haloxylonamto dendron*, яка походить із північно-західного Китаю (рис. 2). [2].



Рис. 2. Багаторічна деревна рослина *Haloxylonamto dendron*

Несукулентні багаторічники успішно переносять тривалу і постійну нестачу води в ґрунті. Тому їх називають «справжніми ксерофітами» або евксерофітами. Дефіцит води зазвичай досягає 60–70% їх свіжої маси, внаслідок чого при подовженні клітин утруднюється процес росту всієї рослини. Рослини, які переживають посуху, зрозуміло, маленькі й слабкі.

Ефемери – це види, які «рятуються від посухи», а не справжні ксерофіти. Вони не дуже переносять посуху, лише рятуються від неї. З початком опадів насіння рослини проростає, швидко виростає до зрілості, цвіте та зав'язує насіння, тобто весь життєвий цикл завершується до того, як ґрунт знову висохне. Більшість цих рослин є невеликими, округлими, густими кущами, представленими видами Papilionaceae, деякими непоказними Compositae, кількома Zygophyllaceae та деякими травами. Вода зберігається в цибулинах деяких рослин або нижче рівня землі. Вони можуть перебувати в стані спокою під час посухи, тому їх називають тими, хто ухиляється від посухи.

Ксероморфними є також чагарники, що ростуть у посушливих і напівпосушливих районах. Наприклад, *Caragana korsinskii*, *Artemisia sphaeroccephala* і *Hedysarumsco parium* є кущами, потужними для напівпосушливих регіонів північно-західної пустелі Китаю. Ці псамофільні чагарники не тільки їстівні для тварин, які пасуться в цьому районі, вони також відіграють важливу роль у стабілізації пустельних піщаних дюн.

Чагарники, також звані напівчагарниками, часто зустрічаються в піщаних пустельних регіонах, переважно на глибоких піщаних ґрунтах на краях дюн. Одним із прикладів є *Reaumuria songorica*, багаторічний напівчагарник, що інтенсивно відновлює життєдіяльність порівняно з іншими домінуючими посушливими ксерофітами, дорослий кущ *R. songorica* має сильну стійкість до дефіциту води, отже, вважається суперксерофітом [3].

Якщо потенціал води (або, точніше, потенціал водяної пари) всередині листка вищий, ніж зовні, водяна пара буде дифундувати з листка за цим градієнтом. Ця втрата водяної пари з листків називається транспірацією, і водяна пара дифундує через відкриті продиhi. Транспірація природна і

неминуча для рослин; через цей процес втрачається значна кількість води. Однак, важливо для життєдіяльності, щоб рослини, які живуть у сухих умовах, були адаптовані таким чином, щоб зменшити розмір відкритих продихів, знизити швидкість транспірації та, отже, зменшити втрату води в навколишнє середовище. Без достатньої кількості води клітини рослин втрачають тургор, це відоме як плазмоліз. Якщо рослина втрачає занадто багато води, воно переходить до точки постійного в'янення і гине.

Коротше кажучи, швидкість транспірації залежить від кількості продихів, продихової апертури, тобто розміру продихового отвору, площі листя (з урахуванням більшої кількості продихів), різниці температур, відносної вологості, наявності вітру або руху повітря, інтенсивність освітлення та наявності воскової кутикули. Важливо відзначити, що хоча важливо для життєдіяльності тримати продихи закритими, вони повинні бути відкриті для газообміну під час дихання та фотосинтезу.

Слід наголосити на тому, що ксерофітні рослини можуть мати схожі форми та структури і при цьому виглядати дуже подібно, навіть якщо рослини не дуже тісно пов'язані, завдяки процесу, який називається конвергентною еволюцією. Наприклад, деякі види кактусів, які виникли лише в Америці, можуть виглядати подібними до молочаїв, які поширені по всьому світу. Неспоріднений вид волосоподібних рослин із роздутими основами, які використовуються для зберігання води, також може мати певну схожість.

В умовах дефіциту води насіння різних ксерофітних рослин поводить по-різному, що означає, що вони мають різну швидкість проростання, оскільки доступність води є головним обмежуючим фактором. Відповідно ці відмінності в свою чергу зумовлені природним відбором та екоадаптацією, оскільки насіння та рослини кожного виду еволюціонують відповідно до навколишнього середовища.

Загально відомо, що ксерофітні рослини можуть мати меншу загальну площу поверхні, ніж інші рослини, що зменшує площу, яка піддається впливу повітря, і зменшує втрати води через транспірацію та випаровування. Вони також можуть мати менші листя або менше гілок, ніж інші рослини. Прикладом зменшення поверхні листя є колючки кактуса, тоді як ефекти ущільнення та зменшення розгалуження можна побачити у бочкоподібних кактусів. Інші ксерофіти можуть мати листя, ущільнені біля основи, як у базальної розетки, яка може бути меншою за квітку рослини. Цю адаптацію демонструють деякі види *Agave* та *Eriogonum*, які ростуть поблизу Долини Смерті [4].

Деякі ксерофіти мають крихітні волоски на своїх поверхнях, щоб забезпечити захист від вітру та зменшити потік повітря, тим самим зменшуючи швидкість випаровування. Коли поверхня рослини вкрита крихітними волосками, її називають волоченою. Продихи розташовані в цих волосках або в ямках, щоб зменшити їх вплив вітру. Це дозволяє їм підтримувати вологе середовище навколо себе.

У спокійному безвітряному середовищі ділянки під листям або колючками, де відбувається транспірація, утворюють невелике локальне середовище, яке більш насичене водяною парою, ніж зазвичай. Якщо ця концентрація водяної пари

підтримується, зовнішній градієнт потенціалу водяної пари поблизу продихів зменшується, таким чином зменшуючи транспірацію. У більш вітряній ситуації ця локалізація здувається, і тому зовнішній градієнт водяної пари залишається низьким, що полегшує втрату водяної пари з продихів рослин. Колючки та волосся затримують шар вологи та сповільнюють рух повітря над тканинами.

Колір рослини, воску чи волосків на її поверхні може служити для відбиття сонячного світла та зменшення транспірації. Прикладом є білий крейдяний епікутикулярний восковий наліт *Dudleya brittonii*, який має найвищу здатність відбивати ультрафіолетове світло (УФ) з усіх відомих природних біологічних речовин.

Багато ксерофітних видів мають товсту кутикулу. Як і людська шкіра, кутикула рослини є першою лінією захисту її надземних частин. Як було сказано вище, кутикула містить віск для захисту від біотичних і абіотичних факторів. Ультраструктура кутикул різна у різних видів. Деякими прикладами є *Antizomamier siana*, *Hermannia disermifolia* та *Galenia africana*, які є ксерофітами з того самого регіону в Намакваленді, але мають різну ультраструктуру кутикули [5].

A. miersiana має товсту кутикулу, як очікується, на ксерофітах, але *H. disermifolia* та *G. africana* мають тонку кутикулу. Оскільки в посушливих регіонах ресурсів не вистачає, існує селекція рослин, які мають тонку та ефективну кутикулу, щоб обмежити витрати на харчування та енергію для побудови кутикули.

У періоди сильного водного стресу та закриття продихів низька водопроникність кутикули вважається одним із найважливіших факторів у забезпеченні виживання рослини. Швидкість транспірації кутикули ксерофітів у 25 разів нижча за транспірацію продихів. Щоб зрозуміти, наскільки це мало, швидкість транспірації кутикул мезофітів лише в 2–5 разів нижча, ніж транспірація продихів.

Необхідно врахувати той чинник, що коли рослина переживає стрес, на молекулярному рівні відбувається багато змін. Під час теплового шоку, наприклад, їх білкові молекулярні структури стають нестабільними, розгортаються або переконафігуруються з тією метою, щоб стати менш ефективними. Стабільність мембрани в пластидах зменшиться, тому фотосинтез є першим процесом, на який впливає тепловий стрес. Незважаючи на численні стреси, ксерофіти мають здатність виживати та процвітати в умовах посухи завдяки своїм фізіологічним і біохімічним особливостям [4].

Деякі рослини можуть зберігати воду у своїх кореневих структурах, структурах стовбура, стеблах і листі. Зберігання води в набряклих частинах рослини відоме як соковитість. Роздутий стовбур або корінь на рівні землі рослини називається каудексом, а рослини з роздутими основами називаються каудіформами.

Охолодження через випаровування через транспірацію може сповільнити вплив теплового стресу на рослину. Однак транспірація є дуже дорогою, якщо є дефіцит води, тому, як правило, це не є хорошою стратегією для рослин.

Висновки. Отже, у посушливий період відновлення життєдіяльності рослин виглядають відмерлими, але насправді живі. Деякі ксерофітні рослини можуть припинити ріст і впадати у стан спокою або змінити виділення продуктів фотосинтезу від відновлення нових листків до коренів. Ці рослини еволюціонували, щоб мати можливість скоординовано вимикати свій

фотосинтетичний механізм, не руйнуючи молекули, які беруть участь у фотосинтезі. Коли вода знову стане доступною, ці рослини «воскреснуть із мертвих» і відновлять фотосинтез, навіть якщо вони втратять понад 80% води. Дослідження показало, що рівень цукру у рослинах, що відновили свою життєдіяльність підвищується, коли їх піддають сушці. Це може бути пов'язано з тим, як вони виживають без виробництва цукру за допомогою фотосинтезу протягом відносно тривалого часу. Деякі приклади рослин, що відновлюють вегетацію рослин включають рослину *Anastaticahie rochuntica* або більш відому як Ієрихонська троянда, а також один із найміцніших видів рослин у Східній Африці, *Craterostig marumilum*. Насіння може бути модифіковане таким чином, щоб воно потребувало надмірної кількості води перед проростанням, щоб забезпечити достатній запас води для виживання розсади. Прикладом цього є каліфорнійський мак, насіння якого перебуває в стані спокою під час посухи, а потім проростає, росте, цвіте та формує насіння протягом чотирьох тижнів після дощу.

Список використаної література

1. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія: підручник. 3-тє вид., стер. Вінниця : Нова Книга, 2019. 415с.
2. Приседський Ю. Г., Лихолат Ю. В. Адаптація рослин до антропогенних чинників : підручник. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. 98 с.
3. Рожко О. В. Стрес у рослин та способи зниження його наслідків. Агробізнес сьогодні. URL: <http://agrobusiness.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2524-stres-u-roslyn-tasposoby-znyzhennia-ioho-naslidkiv.html> (дата звернення 18.03.2024 р.).
4. Стрес та адаптація рослин: методичні рекомендації з вивчення дисципліни для здобувачів вищої освіти ступеня «Магістр» спеціальності 20 «Агрономія» денної форми навчання. О.А. Коваленко та ін.: методичні рекомендації. Миколаїв : МНАУ, 2019. 66 с.
5. Тарнопільська О. М. Фізіологія рослин: конспект лекцій (для студентів денної та заочної форм навчання освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 206 Садово-паркового господарство) ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 159 с.

Лілія НІКІТЕНКО¹¹,
студентка 1 курсу магістратури,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

***Анотація.** Стаття описує м'ясопереробну промисловість України, її структуру, сировину, що використовується, та основні етапи виробництва. Особлива увага приділяється питанням поводження з відходами, що утворюються на м'ясопереробних підприємствах. Розглядаються різні методи та практики поводження з відходами, а також нормативні акти, що регулюють цю сферу в Україні. Наводяться приклади успішних практик поводження з відходами в м'ясопереробній галузі в інших країнах. Стаття робить висновок про те, що раціональне використання природних ресурсів та мінімізація впливу на довкілля є важливими задачами для м'ясопереробної галузі.*

***Ключові слова:** сировина, м'ясопереробне підприємство, природні ресурси, навколишнє середовище.*

***Annotation.** The article describes the meat processing industry of Ukraine, its structure, the raw materials used, and the main stages of production. Special attention is paid to the issues of handling waste generated at meat processing enterprises. Various methods and practices of waste management, as well as normative acts regulating this sphere in Ukraine, are considered. Examples of successful waste management practices in the meat processing industry in other countries are given. The article concludes that the rational use of natural resources and minimization of the impact on the environment are important tasks for the meat processing industry.*

***Keywords:** raw materials, meat processing enterprise, natural resources, environment*

Вступ. М'ясопереробна промисловість України – це комплекс підприємств, які займаються забоєм худоби, переробкою м'яса та виробництвом м'ясних продуктів. Галузь має важливе значення для економіки країни, забезпечуючи населення продуктами харчування та робочими місцями. Проте разом із зростанням виробництва м'яса збільшується і обсяг відходів, що виникають на цих підприємствах. Ефективне управління цими відходами стає надзвичайно важливою задачею для забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку галузі. У цій статті розглядається становлення та функціонування м'ясопереробної галузі, а також проблеми та шляхи вирішення проблеми поводження з відходами на м'ясопереробних підприємствах [1].

¹¹Науковий керівник: Ткачук О.П. доцент, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища.

Виклад основного матеріалу. Структура м'ясопереробної галузі може варіюватися в залежності від країни, ринкових умов та інших факторів. Однак, загальною є ряд типових сегментів та ланок у цьому секторі. Ось загальна структура м'ясопереробної галузі:

– *Приміщення для розбирання та розрізання м'яса.* Це перший етап в м'ясопереробному виробництві, де тварина розбирається на окремі частини або куски. Ця діяльність може відбуватися великими масштабами на спеціалізованих заводах або в невеликих м'ясних магазинах.

– *Виробництво м'ясних продуктів.* Цей сегмент включає в себе переробку м'яса у різноманітні продукти, такі як ковбаси, шинки, котлети, консерви тощо. Це може бути автоматизованими виробництвами або маленькими місцевими підприємствами, які спеціалізуються на виготовленні традиційних рецептів [3].

– *Упакування та маркування.* Після виробництва продукції вона упаковується та маркується перед відправленням на склади або до роздрібних магазинів. Цей етап включає в себе процеси пакування вакуумом, розмітку та нанесення етикеток.

– *Дистрибуція та логістика.* М'ясопереробні продукти потребують ефективної системи логістики для їхньої доставки в магазини та до кінцевих споживачів. Цей сегмент може включати в себе різноманітні транспортні та складські послуги.

– *Дослідження та розвиток.* Ця ланка відповідає за впровадження нових технологій, дослідження ринкових тенденцій, вдосконалення продуктів та процесів виробництва.

– *Контроль якості та безпеки продукції.* Це надзвичайно важлива ланка, яка включає в себе відстеження якості м'ясопереробних продуктів та дотримання стандартів безпеки харчових продуктів.

Загальна структура м'ясопереробної галузі може бути складною та різноманітною, але ефективне функціонування кожної ланки є важливим для успішної діяльності у цьому секторі [2].

М'ясопромисловість України налічує понад 3,5тисячі підприємств, серед яких 110 м'ясокомбінатів, 20 птахокомбінатів, 15 м'ясопереробних заводів та ковбасних фабрик і решта цехів меншої виробничої потужності [3].

До найпотужніших м'ясопереробних підприємств в Україні входять: «Миронівський хлібопродукт» (МХП) (розвиває понад 15 продуктових брендів, такі як: «Наша Ряба», «Апетитна», «Легко!», «Башинський», SkottSmeat, LaStrava, РябChick та інші)[4]. ТОВ "Глобинський м'ясокомбінат". Мясна фабрика «Фаворит». АПК–Інвест. Житомирський м'ясокомбінат.

Україна є третім найбільшим експортером м'яса птиці до ЄС. Покищо її випереджають лише Таїланд та Бразилія. Вінницька область відіграє одну з найбільших ролей в реалізації цієї продукції. Найбільші м'ясопереробні підприємства Вінницької області: МХП «Вінницька птахофабрика», ТОВ «Козятинський м'ясокомбінат», ТОВ «Тульчинм'ясо».

Сировина, що використовується на м'ясопереробних підприємствах, включає в себе різноманітні типи м'яса та м'ясних продуктів. Основним джерелом сировини для м'ясопереробних підприємств є: свіже м'ясо: це може бути яловичина, свинина, баранина, птиця та інші види м'яса. Свіже м'ясо надходить на підприємство з м'ясних ферм або забійних заводів. М'ясна сировина низької якості: це можуть бути відходи від обробки свіжого м'яса, такі як кістки, шкіра, внутрішності тощо. Вони можуть використовуватися для виробництва м'ясних продуктів або для виготовлення желатину, смажених снєків та інших продуктів. М'ясні продукти: це готові м'ясні продукти, такі як сало, м'ясні сирки, варені ковбаси, консервоване м'ясо тощо. Вони можуть використовуватися як сировина для подальшої обробки або безпосередньо входить до складу інших продуктів. Додаткові інгредієнти: на м'ясопереробних підприємствах також можуть використовуватися додаткові інгредієнти, такі як спеції, солі, консерванти, загущувачі, ароматизатори тощо, які допомагають покращити смак і тривалість зберігання продуктів [2].

Залежно від виду продукції та технології виробництва, сировина може піддаватися різним видам обробки, таким як маринування, копчення, в'ялення, варіння, консервування тощо [2].

М'ясопереробні підприємства активно використовують природні ресурси для виробництва своєї продукції. Вода є важливим ресурсом для процесу обробки м'яса, виробництва пару для кип'ятіння та стерилізації, а також для забезпечення санітарних норм. Енергія, яка потрібна для роботи обладнання, освітлення, обігріву та інших потреб, може бути отримана з електроенергії, газу або палива для котлів. Упаковочні матеріали, такі як картон, пластик та фольга, використовуються для упаковки м'ясних продуктів. Холодильне обладнання необхідне для забезпечення зберігання та транспортування м'яса та продуктів. Деякі процеси вимагають використання хімічних речовин, таких як антибіотики, антиоксиданти та консерванти. Матеріали для очищення та дезінфекції необхідні для забезпечення санітарного стану у виробничих приміщеннях та обладнанні.

Виробничі процеси у м'ясопереробній галузі можуть варіюватися залежно від типу продукції та технологічного обладнання, але загалом вони можуть включати наступні етапи:

- приймання та перевірка сировини: на цьому етапі проводиться приймання свіжого м'яса або м'ясної сировини та його перевірка на якість та безпеку.

- обробка та розфасування: сировина обробляється, включаючи розрізання, очищення від неживих тканин, розділення на частини та інші операції. Потім м'ясо розфасовується відповідно до типу продукції та вимог споживача.

- маринування та спеціальна обробка: деякі види продукції можуть проходити процес маринування або обробки спеціями для покращення смаку та аромату.

- термічна обробка: це може включати варіння, копчення, смаження або пекарські процеси в залежності від типу продукції.

– упаковка: готові продукти упаковуються відповідно до вимог стандартів безпеки та гігієни.

– маркування та маркетинг: упаковані продукти маркуються з вказівкою складу, терміну придатності та іншої необхідної інформації для споживача.

– зберігання та транспортування: готові продукти зберігаються у відповідних умовах (наприклад, при низьких температурах) та транспортуються до точок продажу або реалізації [5].

Ці процеси можуть варіюватися в залежності від виробничого підприємства та специфіки його продукції. Технології виробництва також можуть змінюватися з метою вдосконалення якості продукції, зниження витрат або відповідності регуляторним вимогам [4].

М'ясопереробна галузь є досить інтенсивною галуззю, яка може утворювати значні обсяги відходів. Структура утворення відходів у м'ясопереробній галузі може включати наступні складові:

– Органічні відходи –включають в себе різні залишки тваринного походження, такі як кістки, шкіра, хрящі, органи та інші частини тварин, що не підходять для споживання. Ці відходи можуть становити значну частину загального обсягу відходів.

– Харчові відходи –м'ясопереробні заводи можуть виробляти харчові відходи під час обробки та виробництва м'ясних продуктів, такі як обрізки м'яса, жири, шкіри тощо.

– Упаковочні відходи –включають в себе різноманітні матеріали для упаковки, такі як картон, пластик, фольга, папір, які використовуються для упаковки м'ясних продуктів.

– Відходи від очищення та санітарізації –включають в себе використані засоби для очищення та дезінфекції, воду, яка використовується для миття та очищення обладнання та приміщень.

– Інші відходи –вони можуть включати в себе побічні продукти виробництва, відходи від обслуговування обладнання, відходи від управління енергією тощо [3].

Важливо зазначити, що не всі відходи м'ясопереробної галузі є безпечними для довкілля. Деякі з них, такі як стоки та жири тваринні, можуть призвести до забруднення водойм через скидання стічних вод без очищення; забруднення ґрунту через захоронення відходів м'ясного виробництва на полігонах; забруднення атмосферного повітря через спалювання відходів м'ясного виробництва, що призводять до викидів шкідливих речовин в атмосферу; зміна клімату, виробництво м'яса є одним з основних джерел викидів парникових газів, які спричиняють зміну клімату.

Поводження з відходами в м'ясопереробній галузі є важливим аспектом у забезпеченні екологічної стійкості та відповідності вимогам законодавства. Нижче наведені методи та практики щодо поведінки з відходами у цій галузі:

– Переробка та використання відходів. Деякі види відходів, такі як органічні відходи та харчові відходи, можуть бути піддані подальшій переробці. Наприклад, вони можуть бути використані для виробництва біогазу

або біопалива, вирощування буряків для біоетанолу або використання в якості складової біологічних добрив [4].

- Рециклінгу паковочних матеріалів. Упаковочні матеріали, такі як картон, пластик та фольга, можуть бути піддані рециклінгу. Це допомагає зменшити вплив на навколишнє середовище та знижує кількість відходів, які потрапляють на сміттєзвалища.

- Утилізація та обробка відходів. Деякі відходи можуть бути відправлені на спеціалізовані утилізаційні підприємства для обробки та утилізації. Це може включати компостування органічних відходів, термічну обробку для знищення бактерій та інших шкідливих організмів, а також рециклінг відходів під тиском або безпосередньої переробки.

- Мінімізація відходів. Виробничі процеси можуть бути оптимізовані для мінімізації кількості відходів, що утворюються. Це може включати вдосконалення технологій, зменшення витрат сировини та матеріалів, а також оптимізацію виробничих процесів [4].

- Дотримання вимог щодо утилізації відходів та екологічних стандартів. М'ясопереробні підприємства повинні дотримуватися всіх вимог щодо утилізації відходів та екологічних стандартів, які встановлені законодавством. Це включає в себе правильну обробку та утилізацію відходів, а також забезпечення безпеки для навколишнього середовища та здоров'я людей. Ці методи допомагають м'ясопереробним підприємствам зменшити негативний вплив на довкілля та зберегти ресурси для майбутніх поколінь [4].

В Україні питання поводження з відходами м'ясопереробної галузі регулюється Законом України «Про відходи» та іншими нормативними актами. Державна екологічна інспекція України здійснює контроль за дотриманням природоохоронного законодавства м'ясопереробними підприємствами [2].

Приклади успішних практик поводження з відходами в м'ясопереробній галузі: Данська компанія DanishCrown використовує систему анаеробного зброджування для переробки відходів м'ясного виробництва на біогаз, який потім використовується для виробництва енергії. Німецька компанія Tönnies використовує систему рециркуляції води, що дозволяє їй зменшити обсяги споживання води та скидання стічних вод. Українська компанія "Миронівський хлібопродукт" використовує систему переробки відходів м'ясного виробництва на м'ясо-кісткове борошно, яке потім використовується як корм для тварин. Зменшення утворення відходів та відповідальне поводження з ними є важливою задачею для м'ясопереробної галузі. Це дозволить зберегти довкілля, захистити здоров'я людей та покращити економічні показники підприємств [4].

Висновки. М'ясопереробні підприємства відіграють важливу роль у постачанні продовольства, забезпечуючи м'ясом людей у всьому світі. Важливо, щоб м'ясопереробні підприємства раціонально використовували природні ресурси та мінімізували їх вплив на навколишнє середовище. Тому в м'ясопереробній галузі мають застосовуватись всі доступні способи для зменшення утворення відходів: впровадження нових технологій та обладнання; використання вторинної сировини; зменшення втрат м'яса та субпродуктів;

підвищення екологічної свідомості персоналу. Підприємства, які відповідально ставляться до використання природних ресурсів, мають конкурентну перевагу на ринку. Їхня продукція користується більшою довірою у покупців, які все більше цінують екологічність та стійкість виробництва.

Список використаної літератури

1. Мясна промисловість України. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%27%D1%8F%D1%81%D0%BD%D0%B0%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8> (дата звернення 18.03. 2024.).
2. Переробка відходів. URL: <http://www.biowatt.com.ua/analitika/pererobka-vidhodiv-v-rozvinenih-krayinah-svitu/> (дата звернення 01.04.2024.).
3. Закон України «Про відходи». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/index> (дата звернення 01.04.2024.).
4. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку ведення обліку та звітності у сфері поводження з відходами». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/index> (дата звернення 01.04.2024.).
5. Кваша В.В. Технологія м'яса та м'ясних продуктів: підручник, 2014. Мира. 124 с.

Марія ПРОКОПІВНЮК¹²,
Студентка 1 курсу,
факультета агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЕМ-ТЕХНОЛОГІЇ

***Анотація.** Розглянуто історію виникнення та поширення ЕМ-технології. Наведено результати спостереження за розвитком сільськогосподарських культур, а саме: озимої пшениці, після впливу препарату ЕМ-Агро. Констатовано, що використання ЕМ-технології дозволить вирішити велике коло найактуальніших питань: відновлення екологічного стану ґрунтів, які задіяні для агропромислових потреб; природне відновлення біогеоценозу ґрунтів задля розширення різноманітності представників ґрунтової мікрофлори; розробку удосконаленої безвідходної технології переробки рослинних відходів та ефективності їх використання у якості джерел*

¹²Науковий керівник: Аралова Т. С. кандидат с.-г. н., старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

органічного азоту, фосфатів, вуглецьвмісних компонентів, які є основою живлення природної ґрунтової мікрофлори.

Ключові слова: EM-технологія, ґрунт, мікроорганізми, EM-Agro.

Annotation. The history of the emergence and spread of EM technology is considered. The results of monitoring the development of agricultural crops, namely: winter wheat, after exposure to the EM-Agro are given. It is noted that the use of EM technology will address a wide range of pressing issues: restoring the ecological state of soils used for agro-industrial purposes; natural restoration of soil biogeocenosis to expand the diversity of soil microflora representatives; developing improved zero-waste technology for processing plant waste and effectively utilizing them as sources of organic nitrogen, phosphates, carbon-containing components, which are the basis for nourishing natural soil microflora.

Key words: EM-technology, soil, microorganisms, EM-Agro.

Вступ. Хімічні засоби, що використовуються в землеробстві, порушують саморегуляцію в живій природі, послаблюють захисні сили рослин і в кінцевому рахунку людини. Перед людством постала проблема подальшого шляху розвитку землеробства, пошуку альтернативних шляхів підтримки високої родючості ґрунтів та екологічної безпеки продуктів рослинного походження. За кордоном все більша перевага віддається використанню екологічно чистих препаратів. На зміну старим технологіям йде біотехнологія, яка полягає у використанні мікроорганізмів з метою підвищення родючості ґрунтів, отримання високоякісної продукції і покращення екології в зовнішньому середовищі. Одним з напрямків біотехнології є EM-технологія [1].

Технологія EM (Effective Microorganism Technologies, Ефективні Мікроорганізми) базується на використанні корисних мікроорганізмів і протягом понад двадцяти років вона зарекомендувала себе як ефективна та надійна. Основна ідея полягає в застосуванні спеціального «коктейлю» мікроорганізмів замість традиційних хімічних засобів в сільському господарстві.

В даній області постійно ведуться серйозні наукові дослідження, проводяться численні досліди, в результаті яких відкриваються все нові можливості по практичному застосуванню EM-технології. Історія життя на Землі почалася з мікроорганізмів і вони є невід'ємною складовою частиною макроорганізмів, таких, як рослини, тварини або людина, які, в свою чергу, виступають в якості мікрофлори або макрофауни більш складного макроорганізму. Головне завдання EM-технології полягає і в тому, щоб забезпечити рівновагу між корисними і патогенними мікроорганізмами в точці золотого перетину, коли приблизно 2/3 корисних мікроорганізмів досить, щоб забезпечити здоров'я біологічного об'єкту і збалансувати за складом мікро-, макроелементів, органічних сполук.

Виклад основного матеріалу. Сучасні уявлення про деградацію ґрунтів вказують, що цей процес не тільки зводиться до зменшення вмісту гумусу та погіршення водно-фізичних властивостей, але також стосується втрати

необхідних для рослин мікроорганізмів. Корені рослин перебувають в зоні ризосфери, оточеній ґрунтовими мікроорганізмами, які створюють сприятливе середовище для росту рослин. Мікроорганізми трансформують недоступні для рослин сполуки у доступні для них форми. Роль цих мікроорганізмів важлива, оскільки вони забезпечують рослини необхідними елементами живлення.

У сучасних ґрунтах часто відсутні деякі види мікроорганізмів, які раніше розглядалися як індикатори родючості, і їх місце займають нетипові для ґрунтового середовища мікроби. Нові мікроорганізми, які колонізують корені рослин, здебільшого виконують паразитарні функції, що негативно впливає на розвиток рослин. Це призводить до недостатнього урожаю навіть за наявності достатнього мінерального живлення. Тому потрібні агротехніки, спрямовані на збільшення кількості корисних мікроорганізмів у ґрунті або на штучне введення корисних бактерій для забезпечення необхідних умов для росту рослин. Це необхідно для більшості сучасних сільськогосподарських культур, оскільки ґрунти, як вже зазначалося, часто зазнають біологічної деградації.

Ефективність ЕМ-технології, безсумнівно, пов'язана з її поліфункціональністю. По-перше, високий рівень мікроорганізмів у ЕМ-препаратах дозволяє на якийсь час за допомогою прямої конкуренції і механізмів ініціації мікробних сукцесій (зміна видів у часі) знизити значимість небажаних домінантів в природному середовищі. По-друге, популяції ЕМ-препаратів не пристосовані до активної життєдіяльності в оліготрофних природних місцях проживання, відносяться до так званої зимогенної (заквасочної) мікрофлори і швидко гинуть після інтродукції в ґрунт. Лізис мікробних тіл призводить до надходження в ґрунт фосфору у вигляді нуклеїнових кислот і фосфоліпідів, які можуть бути швидко гідролізовані ґрунтовою мікрофлорою з передачею доступного фосфору рослинам. Навіть якщо взяти до уваги тільки бактерії, представлені в ЕМ-препаратах з високим рівнем чисельності (до 10^9 клітин/мл), то їх клітини можна розглядати як помітне додаткове джерело фосфору. По-третє, такі мікробні комплекси та продукти їх життєдіяльності одночасно можуть виконувати функцію активаторів рослин та інгібіторів росту небажаних популяцій [2].

Ідея «екологізації» сільськогосподарського виробництва привела до можливості застосування біопрепаратів різних корисних мікроорганізмів, які покращують властивості ґрунту. Сучасне ґрунтознавство, з одного боку, накопичило величезні знання про біохімічні перетворення в ґрунті, а з іншого – воно виявилось не в змозі продемонструвати більш-менш значимі результати в підвищенні родючості ґрунтів. Причин на те багато, але головною залишається недоречне ігнорування народного досвіду, кращі результати якого поки не перевершені наукою. Першим з цього наукового парадоксу вирвався японський мікробіолог, доктор Теруо Хіга (Teruo Higa) із університету Рюкю, Окінава, Японія в 1970-і роки. Він запропонував концепцію і технологію ефективних мікроорганізмів (ЕМ). Основним принципом цієї технології було введення групи корисних мікроорганізмів для поліпшення стану ґрунту, пригнічення

хвороботворних мікробів і підвищення ефективності використання органічної речовини культурами. ТеруоХіга вдало об'єднав в одну біокультуру 86 видів різних анаеробних та аеробних мікроорганізмів з 10 родів п'яти родин. Цей відбір був зроблений з більш, ніж двох тисяч видів мікробів, виявлених в Японії. У домінуючу групу мікроорганізмів біопрепарату входять фотосинтезуючі та молочнокислі бактерії, дріжджі, актиноміцети, ферментуючі гриби тощо, кожен з яких по-своєму корисний для рослин і ґрунту.

Фотосинтетичні бактерії – незалежні самопідтримуючі мікроорганізми. Ці бактерії синтезують корисні речовини з корневих часточок рослини, органічних матеріалів чи шкідливих газів, використовуючи сонячне світло і тепло ґрунту як джерело енергії. Корисні речовини включають у себе амінокислоти, нуклеїнові кислоти, біологічно активні речовини, що сприяють росту та розвитку рослин. Молочнокислі бактерії утворюють молочну кислоту з цукру та інших вуглеводів, які синтезовані фотосинтетичними бактеріями і дріжджами. Таким чином, їжу та напої, типу йогурту, виготовляють з використанням молочнокислих бактерій уже дуже давно. Однак молочна кислота – сильний стерилізатор. Вона руйнує шкідливі мікроби та прискорює розклад органічних речовин. Дріжджі синтезують антибіотичні та корисні для росту рослин речовини з амінокислот і цукрів, утворених фотосинтетичними бактеріями, органічними речовинами і коренями рослин. Ферментуючі гриби – гриби типу *Aspergillus* і *Penicillium*, які швидко розкладають органічну речовину, синтезують етиловий спирт, складні ефіри і антибіотики. Вони знищують запах і перешкоджають зараженню шкідливими комахами та личинками. Актиноміцети – виробляють антимікробні речовини з амінокислот, що виділяються фотосинтезуючими бактеріями або знаходяться в органічній речовині ґрунту і обмежують функціонування шкідливих грибів і бактерій [3].

Отже, кожна різновидність ефективних мікроорганізмів (фотосинтетичні бактерії, молочнокислі бактерії, дріжджі, актиноміцети і гриби) мають свою важливу функцію. Однак фотосинтетичні бактерії – центр активності ЕМ, який підтримує дію інших мікроорганізмів, але, разом з тим, який використовує речовини, що синтезовані іншими мікроорганізмами.

Препарат «ЕМ-агрополіфункціональний біокоректор на основі ефективних мікроорганізмів» має вигляд жовто-коричневої рідини з приємним ароматом кефіру та силосу. Його кислотність повинна бути менше 3,5, і якщо вона перевищує 4,0 або має неприємний запах, краще утриматися від його використання. Для економії можна використовувати ЕМ-екстракт для приготування розчину для поливу. Готовність розчину можна визначити за приємним кислуватим ароматом.

Внесення ЕМ-агро-розчину починається з осінньої та весняної обробки ґрунту, приділяючи особливу увагу восени. Осінь має ключове значення для ЕМ-технології з кількох причин. По-перше, ґрунт і багаторічні рослини мають бути готовими до зимівлі, вільними від бур'янів та очищені. По-друге, на глибині працюють ефективні мікроорганізми протягом майже двох місяців, сприяючи відтворенню гумусу, розпушенню ґрунту та нагромадженню

корисних мікроелементів. По-третє, навесні ці мікроорганізми допомагають у пробудженні ґрунту, підтримуючи підвищену температуру на 2–5 градусів, що полегшує перенесення заморозків рослинами. По-четверте, активне відновлення родючості ґрунту триває протягом місяця після початку активного росту рослин. І по-п'яте, важливою є здатність мікроорганізмів адаптуватися до свого середовища, що сприяє їхній більшій активності порівняно з новими мікроорганізмами, які щойно внесені в ґрунт [4].

Препарат «ЕМ–5 Детоксикатор біологічного походження з фунгіцидною та інсектицидною дією» є екологічно безпечним засобом для профілактики захворювань рослин та боротьби з комахами. Його значущість полягає в тому, що він дозволяє відмовитися від використання хімічних засобів для захисту рослин. Вплив «ЕМ–5 детоксикатор» полягає у стимулюванні обміну речовин, що призводить до зміцнення захисного шару листя. Цей захисний шар перешкоджає проникненню хвороботворних бактерій, тим самим зупиняючи розмноження шкідливих комах.

Щодо виготовлення ЕМ-компосту, його можна проводити за допомогою аеробних і анаеробних методів. Процес готування ЕМ-компосту ґрунтується на здатності ефективних мікроорганізмів ферментувати будь-який вид органічних матеріалів. Важливо додавати пористі матеріали, такі як солома, трава, тирса, а також дрібно розмелене буре вугілля і дернову землю у відповідних пропорціях. Після ретельного перемішування компост поливають розчином ЕМ-препарату у необхідній концентрації.

Препарат «БОКАШІ ЕМ-АГРО Комплексний органічний рекультиват на основі Ефективних Мікроорганізмів» – це ферментований рослинний екстракт, що отримується зі свіжого бур'яну та розчину ЕМ–1. У складі ЕМ-екстракту містяться органічні кислоти, біоактивні речовини та інші корисні компоненти. Він має низьку собівартість, тому його ефективно використовувати для поливу рослин замість ЕМ–1. Розведений у співвідношенні від 1:500 до 1:1000, ЕМ-екстракт виявляється корисним для рослин. Комбінування препаратів «БОКАШІ ЕМ-АГРО» та «ЕМ–5 детоксикатор» є більш ефективним для регулярного застосування. Цей екстракт також може бути успішно використаний для боротьби з бур'янами. Після поливу ґрунту розчином 1:100, поле обробляють плоскорізом для підрізання коренів бур'янів, що є ефективним восени та навесні. Підрізані корені швидко розпадаються під впливом ЕМ-бродиння [5].

Мікробіологічні добрива серії ЕМ містять живі культури молочнокислих (*Lactobacillus casei* 21, *Lactococcus lactis* 47) – 60%, фотосинтезуючих (*Phodopseudomonas palustris* 108) – 30%, азотфіксуєючих бактерій (*Pseudomonas* та *Bacillus*) – 2%, дріжджі (*Saccharomyces cerevisiae* 76) – 8–10%. Вони також збагачені природними видами мікроорганізмів, такими як нитчасті гриби, актиноміцети та продукти життєдіяльності мікроорганізмів.

Дослідження Н. М. Волошиної (2007) показують, що використання препаратів ЕМ на ячмені ярогому сприяє прискоренню розвитку кореневої системи та збільшенню листової маси на 30–38%. Також відзначається

зменшення ураження кореневими гнилями на 16–20%, збільшення кількості продуктивних стебел та підвищення врожайності на 0,54 т/га. Застосування ЕМ препаратів також призводить до зниження чисельності шкідливих комах, таких як попелиці, трипси, клопи-сліпняки, на посівах ячменю. На соняшникових полях зазначено зменшення ураження сходів гнилями на 9,4–10,2% та бактеріозом на 3,3–4,6% при обробці насіння та вегетуючих рослин.

Протягом 2023–2024 рр. в ПП Клекотинське Жмеринського району Вінницької області проводилися спостереження за розвитком сільськогосподарських культур, а саме: озимої пшениці, після впливу ЕМ-Агро препарату. У 2023 році використовувався ЕМ-Агро в кількості 8 л/га. Обробіток проводився в серпні місяці по стерні ячменю з подальшим приорюванням. Навесні було проведено рослинну діагностику озимої пшениці для уточнення норм азотного підживлення (рис.1).



Рис. 1. Різниця озимої пшениці без використання та з використанням ЕМ-Агро

Було встановлено, що рослини площі з застосуванням ЕМ-Агро препарату виявилися більш стійкими до зимових умов, та містили більше азоту та фосфору ніж на контролі. У березні 2024 р. була проведена діагностика та було відмічено поліпшення структури ґрунту (табл 1.).

Таблиця 1

Вплив ЕМ-технології на агрохімічні показники ґрунту з використанням ЕМ-Агро

Характеристика ґрунту	2023		2024	
	Весна	Осінь	Весна	результат
Гумус, %	2,7	2,78	2,82	+0,12
pH	7,2	7,2	7,22	+0,02
Азот мг/100г	6,3	6,54	7,01	+0,69
Фосфор мг/100г	13,8	19,1	25,76	+11,96
Калій мг/100г	8,7	9,2	10,09	+1,39

У світовій практиці вже поширене використання американських та канадських біопрепаратів для сої, які постачаються разом із відповідним мікробним препаратом[6].

З метою вивчення впливу мікробіологічних препаратів, таких як ЕМ, на процес розкладання решток зернових культур у ґрунті з метою відновлення органічної речовини, поживних мікроелементів та зменшення вмісту важких металів, були проведені лабораторні дослідження Миколаївським проектно-технологічним центром «Облдержродючість» та Чорноморським державним

університетом імені Петра Могили. Використано чорнозем південний слабогумусний, який є типовим для Миколаївської області. Результати показали прискорення процесу розкладання соломи пшениці озимої у компостах, що були оброблені розчинами мікробіологічних препаратів типу ЕМ, а також зниження вмісту свинцю у ґрунті. Найбільш ефективним виявився препарат «ЕМ-5 Детоксикатор біологічного походження з фунгіцидною та інсектицидною дією». Ці результати досліджень відкривають перспективи для відновлення якості земельних ресурсів аграрних підприємств.

Зважаючи на те, що в Україні за середньорічними показниками накопичується приблизно 25,1 тонн овочевих відходів, з яких лише 2,6 тонн переробляються, проведено власні дослідження на предмет їх біоконверсії із використанням ЕМ-препарату «БОКАШІ ЕМ-АГРО», який призначений для процесу компостування в ЕМ-контейнерах для невеличких домогосподарств або для суспільного компостування в ОСББ, також ЕМ-препарати можна використовувати на полях з метою біоконверсії сільськогосподарських відходів, які утворюються після збору врожаю. ЕМ-препарати не володіють мутагенними, тератогенними, канцерогенним та патогенним властивостями. Ці препарати містять фотосинтетичні, азотфіксуючі, молочнокислі бактерії, дріжджі, ферменти, гриби, які приникаючи до ґрунту продукують фізіологічно активні речовини, амінокислоти та нуклеїнові кислоти. На сьогоднішній день доведено безпечність препарату «БОКАШІ ЕМ-АГРО», оскільки досліджено його ефективність використовувати в тваринництві.

Тобто, використання ЕМ-препаратів та ЕМ-технологій дозволяють вирішувати екологічні, економічні та енергетичні проблеми, які пов'язані із переробкою накопичених сільськогосподарських або органічних відходів, як в умовах домогосподарств (приватних або колективних) так і на фермах.

Розробка якісних і ефективних біопрепаратів охоплює різноманітні аспекти, включаючи створення штучних азотфіксуючих симбіозів бактерій з небобовими культурами за допомогою принципів паранодуляції. Залишається актуальним питання селекції активних штамів азотфіксуючих та фосформобілізуючих мікроорганізмів, оскільки заміна штаму може значно покращити якість та кількість білків у рослині або фосфорного живлення сільськогосподарських культур.

Створення зручних форм біодобрих і розробка оптимальних технологій їх застосування є перспективним напрямом прикладної мікробіології. Нове завдання полягає у розробці біопрепаратів на основі декількох мікроорганізмів, які б доповнювали один одного, або надавали їм нової якості.

Сфера застосування ЕМ не обмежується лише рослинництвом, оскільки рослинне і тваринне життя, і взагалі будь-яке біологічне середовище на Землі, мають, у сутності, єдину мікробіологічну структуру. А якщо це так, то ЕМ відіграють виняткову продуктивну животворчу роль при внесенні їх у будь-яке біологічне середовище (ґрунт, організм людини, тварини, рослини). У Японії за допомогою ЕМ очищують міські стоки, організують замкнені виробничі цикли. Мільйони японців використовують ЕМ у кулінарії, при вирішенні різних

побутових проблем. Добрі результати показали ЕМ у тваринництві і птахівництві.

Висновки. Підвищення економічної ефективності альтернативних екологічних систем землеробства досягається шляхом використання мікробіологічних препаратів типу ЕМ (ефективні мікроорганізми), суть використання яких полягає в забезпеченні оптимального поєднання в ґрунті корисних і патогенних мікроорганізмів. Така рівновага досягається за умови, коли із загальної кількості дві третини – корисні мікроорганізми, що забезпечують життя ґрунту, збагачують його гумусом, балансують макро- і мікроелементи, органічні сполуки, а одна третина – патогенні мікроорганізми, спрямованні на підтримання імунної системи рослин.

Список використаної літератури

1. Кузьменко О. Б. Вплив мікробіологічних препаратів серії ЕМ на розкладання нетоварної частини урожаю зернових культур для відновлення органічної речовини ґрунту. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Вип. 2 (53). Миколаїв: Вид-во МДАУ. 2010. С. 198–205.

2. Корнієнко І. Барановський М. Ястремська І. Енерго- та ресурсозберігаючі технології переробки рослинних відходів специфічним консорціумом мікроорганізмів. Матеріали IV науково-практичної конференції: Європейські виміри сталого розвитку (25–26 черв., 2020 р.). Київ. НУХТ, 2020. С. 50–51.

3. Шкуратов О. І. Інноваційні засади формування екобезпечного землекористування в сільському господарстві. *Інноваційна економіка*. № 6. 2011. С. 10–13.

4. Корнієнко І. М., Гуляєв В. М., Анацький А. С. Європейський досвід біоконверсії рослинних відходів, перспективні ЕМ-технології в Україні (УАДУ). Перспективи виробництва біосировини енергетичних культур на рекультивованих землях. Дніпро. 2022. С. 129–132.

5. Кузьменко О. Б. Вплив мікробіологічних препаратів серії ЕМ на розкладання нетоварної частини урожаю зернових культур для повернення поживних речовин в ґрунт. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 71. Херсон. 2010. С. 123–129.

6. Сільське господарство України – 2020. Державна служба статистики України, 2021. URL:https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2021/zb/09/zb_sg_20.pdf (дата звернення: 11.03.2024.).

Руднєв ВІТАЛІЙ¹³,
студент 1 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЕКОЛОГІЧНА РОЛЬ МІКРООРГАНІЗМІВ ҐРУНТУ В ЖИТТІ РОСЛИН

***Анотація.** Мікроорганізми ґрунту, такі як бактерії, гриби, та інші, є невід'ємною складовою ґрунтових екосистем та мають величезний вплив на здоров'я та продуктивність рослин. Ця стаття ставить за мету оглянути різноманітні аспекти екологічної ролі мікроорганізмів ґрунту, включаючи їх вплив на живлення рослин, захист від хвороб та стресів, а також на ключові екосистемні процеси. Обговорюються стратегії використання цих знань у сучасному землеробстві для підтримки сталого виробництва та збереження навколишнього середовища. Розуміння екологічної ролі мікроорганізмів ґрунту є ключовим для розвитку інноваційних підходів до управління агроекосистемами та збереження біорізноманіття в умовах глобальних змін клімату та антропогенного впливу.*

***Ключові слова:** ґрунт, мікроорганізми, рослинні рештки, ґрунтова екосистема.*

***Annotation.** Soil microorganisms, including bacteria, fungi, and others, are integral components of soil ecosystems and have a profound impact on the health and productivity of plants. This article aims to review various aspects of the ecological role of soil microorganisms, including their influence on plant nutrition, protection against diseases and stresses, and key ecosystem processes. Strategies for utilizing this knowledge in modern agriculture to support sustainable production and environmental conservation are discussed. Understanding the ecological role of soil microorganisms is crucial for developing innovative approaches to managing agroecosystems and conserving biodiversity in the face of global climate change and anthropogenic pressures.*

***Key words:** soil, microorganisms, plant remains, soil ecosystem.*

***Вступ.** Складне полотно життя у ґрунті розкриває перед нами світ, що кипить мікроскопічними організмами, де бактерії, гриби, протозої та інші мікроорганізми утворюють складну мережу взаємодій, необхідних для функціонування суходільних екосистем. Серед безлічі мешканців цього невидимого світу мікроорганізми ґрунту виділяються як фундаментальні учасники, що організовують симфонію біохімічних процесів, які глибоко впливають на життєздатність та стійкість рослинного світу. Їх невидима, але всеосяжна присутність під нашими ногами не відображає їхнього значення в підтримці складного балансу життя над землею [1].*

¹³Науковий керівник: Яковець Л.А. кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

Останні десятиліття наукова думка все більше розкриває ключову екологічну роль мікроорганізмів ґрунту в формуванні динаміки взаємодій між рослинами та ґрунтом. Поза роллю простих мешканців підземного світу ці мікроскопічні організми виступають як архітектори ґрунтової родючості, куратори циклів поживних речовин та сторожі від патогенів. Їх багатогранні внески охоплюють не лише надання необхідних поживних речовин рослинам, але й модуляцію імунних відповідей рослин, полегшення впливу екологічних стресів та регуляцію стабільності екосистем [2].

Ця стаття прагне заглибитися у глибини цього складного взаємозв'язку, досліджуючи багатогранні способи, за якими мікроорганізми ґрунту впливають на життя рослин та функціонування суходільних екосистем. Проілюструючи екологічні механізми, що лежать в основі цих взаємодій, ми маємо на меті пролити світло на складну павутину життя, яка підтримує зелену тканину нашої планети. Шляхом всебічного розгляду поточних досліджень та новаторських уявлень ми прагнемо надати нюансове розуміння екологічного значення мікроорганізмів ґрунту та їхніх наслідків для сталого землеробства, управління екосистемами та глобального екологічного управління [3].

Виклад основного матеріалу. Мікроорганізми ґрунту мають також велике значення для збереження біорізноманіття та стабільності агроекосистем. Вони сприяють утриманню ґрунтової структури, що робить його більш стійким до ерозії та забруднення. Більша біорізноманітність мікроорганізмів у ґрунті сприяє підтримці різноманітності рослин та інших організмів у екосистемі [4].



Рис.1. Бульбочки на корнях сої

Однак, вплив людської діяльності на мікробіоту ґрунту, такий як використання пестицидів та мінеральних добрив, може призвести до дисбалансу в мікробному співтоваристві, що може мати негативні наслідки для якості ґрунту та продуктивності рослин. Адже надмірне використання пестицидів на постійній основі несе значні збитки мікросвіту ґрунтового простору. Вплив діючих речовин є настільки сильною, що продовження використання все сильніших і сильніших препаратів призведе до втрати ґрунтових мікроорганізмів, діяльність яких є одною з найосновніших в процесах ґрунтоутворення, збагачення киснем, контролю кислотності та багатьох інших вкрай важливих факторів, що впливають на якість ґрунтів. Тому, важливо розвивати підходи до землеробства, які сприяють збереженню та

підтримці різноманітності мікробіоти ґрунту, а також сприяють стійкому та екологічно безпечному виробництву сільськогосподарської продукції [5].

У реалізації таких підходів велике значення має наукове дослідження, що спрямоване на розуміння біологічних процесів у ґрунті та їх взаємозв'язку з агроекосистемами. Такі дослідження допомагають розробляти нові методи культури рослин, збільшують продуктивність та стійкість до стресів, зменшують використання хімічних речовин та покращують якість ґрунту та продукції. Таким чином, вивчення мікробіологічних процесів у ґрунті є ключовим для розвитку сталого землеробства та збереження навколишнього середовища для майбутніх поколінь.

У зв'язку зі зростанням світового населення та збільшенням тиску на природні ресурси, важливо розробляти і впроваджувати інноваційні підходи до землеробства, які враховують роль мікроорганізмів ґрунту. Наприклад, використання біологічних препаратів, які містять корисні мікроорганізми, може підвищити урожайність та зменшити потребу у хімічних добривах та пестицидах [6].

Додатково, розвиток агроекоекологічних підходів до управління ґрунтом, таких як збереження вегетаційного покриву, компостування та використання органічних добрив, сприяє підтримці та збереженню мікробної різноманітності та активності в ґрунті. Це сприяє створенню здорового та родючого середовища для рослинного росту та розвитку, а також сприяє зменшенню впливу сільськогосподарської діяльності на навколишнє середовище.

Загально визнано, що збереження різноманітності мікроорганізмів ґрунту є критично важливим для сталого розвитку сільського господарства та забезпечення продовольчої безпеки на майбутнє. Розуміння їхньої ролі та впливу на агроекосистеми є ключем до успішного впровадження практик збереження родючості ґрунту та забезпечення екологічно стійкого виробництва сільськогосподарської продукції [7].

Важливо зазначити, деякі методи використання мікроорганізмів для покращення родючості та корисних властивостей ґрунту:

1. Біологічний обробіток ґрунту: використання біологічних препаратів, що містять корисні мікроорганізми (наприклад, бактерії роду *Rhizobium* для фіксації азоту), може значно підвищити родючість ґрунту та покращити врожайність культур.

2. Компостування: компостування органічних відходів сприяє розкладанню матеріалів за участю мікроорганізмів, що в результаті формує корисні гумуси та поживні речовини, що зберігають родючість ґрунту.

3. Мікробні препарати: застосування спеціальних мікробних препаратів, які містять корисні бактерії або гриби, може сприяти більш ефективному розкладанню органічних решток, фіксації азоту та збільшенню доступності поживних речовин для рослин.

4. Агробіологічні покриви: вирощування спеціальних культур з метою збільшення біорізноманітності та активності мікроорганізмів у ґрунті, таких як

бобові або сидеральні культури, може покращити якість ґрунту та зменшити необхідність хімічних добрив.

5. Біоремедіація: використання спеціальних мікроорганізмів для очищення ґрунту від забруднень, таких як нафтові виливи або важкі метали, може відновити придатність ґрунту для сільськогосподарського використання [8].

Ці методи не лише підвищують родючість ґрунту та покращують умови для росту рослин, але й сприяють збереженню навколишнього середовища та забезпеченню сталого розвитку сільського господарства. Залучення мікроорганізмів у землеробські практики є обіцяним напрямом для забезпечення продуктивності та стійкості сільськогосподарських екосистем у майбутньому.

Суть дії біопрепаратів для обробки посівів полягає в застосуванні живих організмів, таких як мікроорганізми або біологічно активні сполуки, для захисту рослин від шкідливих організмів та хвороб. Ці біологічні препарати можуть включати бактерії, гриби, віруси або інші мікроорганізми, які мають антагоністичну взаємодію з шкідниками чи патогенами, а також збудниками хвороб.

Переваги використання біопрепаратів порівняно з пестицидами полягають у тому, що вони:

1. Екологічно безпечні: біопрепарати є природними засобами боротьби зі шкідниками та хворобами, тому вони мають менший негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей та тварин порівняно з хімічними пестицидами.

2. Не викликають резистентності: шкідники та патогени мають меншу тенденцію до розвитку резистентності до біопрепаратів порівняно зі штучними хімічними речовинами.

3. Зберігають біорізноманіття: біопрепарати сприяють збереженню різноманіття мікроорганізмів у ґрунті та на рослинах, що є важливим для стабільності екосистем та підтримки природних балансів.

4. Мають низьку токсичність: вони мають меншу токсичність для людини, тварин та корисних комах, що дозволяє їх використання безпосередньо перед збиранням врожаю або в період вегетації рослин.

Значення біопрепаратів у збереженні агроекосистем полягає в їхньому спроможності зменшувати негативний вплив сільськогосподарської діяльності на природні ресурси, зберігати біорізноманіття та підтримувати стійкість екосистем. Вони є важливим інструментом для сталого землеробства та забезпечення продуктивності ґрунтів та рослинних культур у майбутньому [9-11].

Висновки. Отже, мікроорганізми ґрунту є необхідним елементом ґрунтових екосистем та відіграють критичну роль у житті рослин. Вони забезпечують рослини необхідними поживними речовинами, захищають їх від патогенних мікроорганізмів та стресів, а також беруть участь у важливих екосистемних процесах. Розуміння екологічної ролі мікроорганізмів ґрунту допомагає в розробці біологічних методів землеробства та управління екосистемами, спрямованих на збереження та відновлення родючості ґрунтів та підтримку здоров'я рослин. Подальші дослідження в цій області дозволять нам

краще зрозуміти складні екологічні взаємодії між мікроорганізмами ґрунту та рослинами і використовувати ці знання для покращення стійкості та продуктивності сільськогосподарських систем.

Крім того, врахування екологічної ролі мікроорганізмів ґрунту може мати важливе значення для збереження біорізноманіття та екологічної стійкості екосистем. Здатність мікроорганізмів до впливу на здоров'я рослин та їх взаємодію з іншими складовими ґрунтових екосистем варіюється залежно від різноманітності мікробного складу та умов середовища. Таким чином, збереження різноманітності мікроорганізмів ґрунту та створення сприятливих умов для їх розвитку може підтримувати здоров'я ґрунтів та збільшувати врожайність сільськогосподарських культур.

Наприклад, застосування біологічних методів землеробства, таких як використання органічних добрив, компосту та біологічних контрольних засобів, може сприяти збільшенню біорізноманіття мікроорганізмів ґрунту та покращенню його структури та фізико-хімічних властивостей. Такі підходи сприяють створенню більш стійких та продуктивних агроекосистем, які забезпечують важливі екосистемні послуги, такі як збереження ґрунтової родючості, зменшення ерозії та забруднення ґрунту, та зниження використання хімічних пестицидів та добрив, що сприяє збереженню біорізноманіття та здоров'я навколишнього середовища.

Отже, розуміння екологічної ролі мікроорганізмів ґрунту в житті рослин є важливим для сталого управління ґрунтовими екосистемами та розвитку екологічно стійких агроекосистем. Подальші дослідження в цій області є важливими для подальшого вдосконалення методів землеробства та збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь.

Список використаної літератури

1. Коваленко Т.М., Пінчук Н.В., Вергелес П.М. Мікробіологій та вірусології. Навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 346 с.
2. Bardgett, R.D., & van der Putten, W.H. Belowground biodiversity and ecosystem functioning. *Nature*, 515. 2014. 505-511.
3. Philippot, L., Raaijmakers, J.M., Lemanceau, P., & van der Putten, W.H. Going back to the roots: the microbial ecology of the rhizosphere. *Nature Reviews Microbiology*, 11(11). 2013. 789-799.
4. Bulgarelli, D., Schlaeppli, K., Spaepen, S., Ver Loren van Themaat, E., & Schulze-Lefert, P. Structure and functions of the bacterial microbiota of plants. *Annual Review of Plant Biology*. № 64. 2013. 807-838.
5. Berendsen, R.L., Pieterse, C.M., & Bakker, P.A. The rhizosphere microbiome and plant health. *Trends in Plant Science*. № 17 (8). 2012. 478-486.
6. Mendes, R., Garbeva, P., & Raaijmakers, J.M. The rhizosphere microbiome: significance of plant beneficial, plant pathogenic, and human pathogenic microorganisms. *FEMS Microbiology Reviews*. № 37 (5). 2013. 634-663.

7. Singh, B.K., Bardgett, R.D., Smith, P., & Reay, D.S. (2010). Microorganisms and climate change: terrestrial feedbacks and mitigation options. *Nature Reviews Microbiology*. № 8 (11). 2010. 779-790.

8. Hirsch, P.R., Mauchline, T.H., & Clark, I.M. (2010). Culture-independent molecular techniques for soil microbial ecology. *Soil Biology and Biochemistry*. № 42 (6). 2010. 878-887.

9. Tkacz, A., Cheema, J., Chandra, G., Grant, A., & Poole, P.S. (2015). Stability and succession of the rhizosphere microbiota depends upon plant type and soil composition. *The ISME Journal*. № 9 (11). 2015. 2349-2359.

10. Bulgarelli, D., Rott, M., Schlaeppi, K., Ver Loren van Themaat, E., Ahmadinejad, N., Assenza. Revealing structure and assembly cues for Arabidopsis root-inhabiting bacterial microbiota. *Nature*, 488 (7409). 2012. 91-95.

11. Lundberg, D.S., Lebeis, S.L., Paredes, S.H., Yourstone, S., Gehring, J. Defining the core Arabidopsis thaliana root microbiome. *Nature*, 488(7409). 2012. 86-90.

Владислав СКАКУН¹⁴,

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

МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ФІТОФАГАМИ: ВІД МОНІТОРИНГУ ДО СТРАТЕГІЙ КОНТРОЛЮ

Анотація. У статті проведено аналіз методів управління, починаючи від традиційного моніторингу та закінчуючи сучасними стратегіями контролю. Вона аналізує ефективність різних методів управління, їхній вплив на екосистему та можливість розвитку резистентності. Особлива увага приділяється новітнім технологіям, біологічному контролю та екологічно безпечним підходам. Також висвітлюючи важливість розуміння та управління ризиками, пов'язаними з різними методами управління комахами, для забезпечення стійкого та екологічно безпечного розв'язання проблеми шкідників, яка стоїть перед сільськогосподарськими та промисловими підприємствами.

Ключові слова: моніторинг посівів, пестициди, ентомофаги.

Annotation. The article analyze management methods, starting from traditional monitoring and ending with modern control strategies. It analyzes the effectiveness of different management methods, their impact on the ecosystem and the possibility of developing resistance. Special attention is paid to the latest technologies, biological control and ecologically safe approaches. Also highlighting

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

the importance of understanding and managing the risks associated with different insect management methods to ensure a sustainable and environmentally sound solution to the pest problem facing agricultural and industrial enterprises.

Key words: *cropmonitoring, pesticides, entomophages.*

Вступ. Наукова стаття присвячена розгляду еволюції методів управління над комахами, зосереджуючись на переході від традиційного моніторингу до сучасних стратегій контролю. У зв'язку з цим виникає потреба у вдосконаленні методів управління для забезпечення стійкого та ефективного контролю над їхньою чисельністю. Історично, одним із основних підходів був моніторинг, який передбачав визначення їх розповсюдження та шкоди з метою вчасного втручання. Однак, з розвитком науки та технологій, з'явилися нові, більш ефективні стратегії контролю, що враховують біологічні, екологічні та економічні аспекти.

Метою даної роботи є розглянути різноманітні підходи до управління, їхню ефективність та вплив на навколишнє середовище. Внести вагомий внесок у забезпечення стійкого та ефективного управління комахами, що є важливою складовою сталого розвитку сільськогосподарських та екологічно чистих систем вирощування культурних рослин. Також розглянемо перспективи подальшого розвитку цієї галузі, включаючи застосування новітніх технологій, біологічний контроль та розробку екологічно безпечних підходів.

Виклад основного матеріалу. Моніторинг комах – це систематичний процес збору даних про популяції комах з метою виявлення проблем їхнього розподілу, щільності та активності в певній області або на конкретній території. Цей метод дозволяє науковцям та фахівцям з пестицидами отримувати об'єктивну інформацію про наявність та рівень загрози, яку становлять комахи для культурних рослин, здоров'я людей або екосистеми в цілому.

Основні інструменти моніторингу включають в себе встановлення пасток для захоплення комах, визначення популяцій шляхом візуального спостереження, а також використання феромонів та інших аттрактантів, які привертають комах до пасток (рис. 1).



Рис. 1. Станція моніторингу комах [6]

Перед початком моніторингу важливо визначити область або територію, яка підлягає спостереженню, а також вибрати належні місця для їх розміщення. Також необхідно враховувати специфіку досліджуваних комах та їхніх особливостей поведінки для ефективного збору даних. Одним із ключових аспектів моніторингу є регулярність спостережень та збору даних. Ретельне ведення журналів та записів про кількість та види комах, зібраних за допомогою пасток, є важливим етапом процесу моніторингу.

Однак, проведення може бути часотаресурсозатратним процесом. Вимагається постійна увага та регулярні візити на досліджувані об'єкти, що може вимагати значних витрат грошей та людських ресурсів. Крім того, не завжди можливо вчасно реагувати на отриману інформацію, що може призвести до появи значних пошкоджень у відповідь на вже існуючі проблеми.

Таким чином, моніторинг комах є важливим інструментом управління їхніми популяціями, який допомагає вчасно виявляти проблеми та мінімізувати їхні наслідки. Проте для досягнення максимальної ефективності, важливо використовувати моніторинг у поєднанні з іншими стратегіями контролю, такими як хімічні, біологічні або фізичні методи, залежно від конкретних умов та потреб.

Хімічні методи контролю є одними з найбільш широко використовуваних та ефективних способів управління популяціями комах. Цей метод передбачають використання хімічних пестицидів та інсектицидів – це хімічні речовини, які призначені для вбивства або контролю над комахами. Вони можуть застосовуватися у вигляді розпилення, звичайних гранул або захисту коренів рослин. Хімічні пестициди можуть мати різні механізми дії, такі як контактний, шлунковий або системний, які спрямовані на руйнування життєвих функцій комах. Ці методи контролю є дуже ефективними у зниженні популяції багатьох видів комах, включаючи шкідливі, які завдають шкоди сільському господарству та людському здоров'ю. Однак, деякі комахи можуть стати резистентними до хімічних пестицидів після тривалого використання, що ускладнює їх ефективність. Крім того, хімічні пестициди можуть мати негативний вплив на довкілля, так як вони можуть залишати залишки на рослинах, ґрунті та водних джерелах, та можуть бути шкідливими для нецільових організмів, включаючи корисних комах та інших тварин (рис. 2) [1, 2]



Рис 2. Використання інсектицидів на полі буряку

Після тривалого та інтенсивного використання хімічних пестицидів, деякі види комах можуть стати резистентними до їхньої дії. Це є серйозною проблемою для сільськогосподарського виробництва та охорони рослин, оскільки резистентність може призвести до зростання втрат врожаю та зменшення ефективності заходів контролю за шкідниками. Один із прикладів резистентності комах до хімічних пестицидів – це адаптація деяких шкідливих комах до певних класів інсектицидів. Наприклад, багато видів комах розвивають резистентність до пестицидів, таких як піретроїди та органофосфати, через мутації генів, що кодують цільові білки, або через зміни в метаболізмі пестицидів. Така резистентність може бути успадкована та накопичуватися протягом поколінь комах, що призводить до того, що пестициди втрачають ефективність в контролі за цими шкідниками [8].

Біологічний метод контролю за комахами використовує їх природних ворогів, таких як хижі комахи, паразитоїди, хижі птахи та мікроорганізми, для регулювання їхньої популяції. Цей підхід передбачає випуск або заохочення природних ворогів шкідливих комах на досліджувану територію. Наприклад, використання паразитоїдів, які відкладають свої яйця в тіла шкідливих комах, після чого личинки паразитоїда розвиваються в їхньому внутрішньому середовищі. Цей метод контролю за комахами має декілька важливих переваг. Вони екологічно безпечні, оскільки не використовують шкідливих хімічних речовин, що можуть негативно впливати на навколишнє середовище та невинних організмів. Крім того, біологічні методи не сприяє розвитку резистентності в комах, оскільки природні вороги можуть адаптуватися до змін у популяціях комах. Однак біологічні методи контролю мають обмеження. Наприклад, їхня ефективність може бути залежна від ряду факторів, таких як погодні умови, наявність природних ворогів та специфічні характеристики шкідливих комах. Крім того, вони можуть вимагати більше часу для досягнення бажаного ефекту порівняно з хімічними методами (рис. 3) [4].

Інтегроване управління шкідниками (ІУШ) – це підхід до управління комахами, який поєднує в собі різні методи контролю з метою досягнення максимальної ефективності та зниження негативного впливу на довкілля. Цей підхід передбачає комплексне використання різних методів управління, таких як моніторинг, хімічні, біологічні, фізичні та механічні методи, в залежності від специфіки ситуації та характеристик комах.



Рис 3. Хижа комаха (*Coccinellidae Latreille*) [5]

Наприклад, ІУШ може включати в себе встановлення пасток для моніторингу популяції комах, використання біологічних ворогів для контролю за шкідниками, застосування хімічних пестицидів у випадках великого ризику поширення хвороб або збитків у врожаї, а також застосування фізичних методів, наприклад, термічної обробки для знищення комах у забруднених приміщеннях. Інтегроване управління шкідниками вже успішно використовується в різних сферах, таких як сільське господарство, обробка продуктів та санітарія. Наприклад, в сільському господарстві ІУШ може допомогти зменшити використання хімічних пестицидів та зберегти біорізноманіття, сприяючи збалансованому використанню біологічних методів контролю та хімічних засобів у разі потреби. Впровадження ІУШ включає в себе уважне планування та оцінку ризиків, а також співпрацю з відповідними експертами та спеціалістами з управління шкідниками. Також важливо забезпечити постійний моніторинг та оцінку ефективності вжитих заходів для вчасного реагування на зміни у популяціях комах та ризиків [6].

Висновки. В даній науковій статті підкреслюється важливість ретельного підходу до управління комахами, що враховує різноманітні аспекти ефективності, екологічних наслідків та ризиків. Подолання шкідливих впливів комах вимагає вдосконалення та поєднання різних методів управління.

Вищезгадані методи, від моніторингу до хімічних, біологічних, фізичних та інтегрованих підходів, мають свої переваги та обмеження. Хімічні методи можуть бути ефективними на початкових етапах, але ризик розвитку резистентності та негативний вплив на довкілля вимагають розумного використання. Біологічні методи демонструють екологічну безпеку та мінімальний вплив на довкілля, проте їхня ефективність може залежати від багатьох факторів, таких як умови середовища та наявність природних ворогів. Фізичні методи можуть бути ефективними там, де хімічні або біологічні засоби виявляються непрацездатними. Інтегроване управління шкідниками, яке комбінує різні методи, відіграє ключову роль у забезпеченні ефективності та сталості контролю над комахами. Поєднання різних методів управління дозволяє максимізувати вигоди кожного з них та зменшити недоліки, забезпечуючи комплексний підхід до проблеми.

Таким чином, оптимальний підхід полягає в поєднанні різних методів управління комахами з урахуванням конкретних умов та потреб. Використання інтегрованого управління шкідниками, яке комбінує хімічні, біологічні та культурні методи, забезпечивши ефективний контроль за комахами, знижуючи вплив на екосистему та ризики розвитку резистентності.

Тому, для досягнення успіху у боротьбі зі шкідниками необхідно постійно оновлювати та вдосконалювати стратегії управління, а також ретельно оцінювати їхні наслідки для навколишнього середовища. Тільки таким чином ми можемо забезпечити стійке та екологічно безпечне вирішення проблеми управління комахами в сільському господарстві та інших сферах.

Список використаної літератури

1. Carvalho F. O., Oliveira R. S. (2018). Integrated Pest Management (IPM): An Ecological Approach to Pest Control. Insecticides. Agriculture and Toxicology. 19 p.
2. Guedes R. N. C., Smagghe G., Stark J. D., Desneux, N. (2016). Pesticide-induced stress in arthropod pests for optimized integrated pest management programs. Annual Review of Entomology, 61, P. 43-62.
3. Hajek, A. E., Eilenberg, J. Natural enemies: An introduction to biological control. Cambridge University Press. 2018, 378 p.
4. Zalom, F. G., Brunner, J. F., Connell, J. H. Integrated pest management: Current concepts and ecological perspective. In Integrated pest management. Academic Press. 2014, P. 1-20.
5. Вчені планують відлякувати комах-шкідників запахом хижих комах. URL:<https://agrotimes.ua/ovochi-sad/vcheni-planuyut-vidlyakuvaty-komah-shkidnykiv-zapahom-hyzhyh-komah/> (дата звернення 13.03.2024)
6. Станція моніторингу комах. URL: <https://kres.com.ua/product/stantsiya-monitoringu-komah/> (дата звернення 12.03.2024)
7. Федоренко В.П., Марков І.Л., Мордерер Є.Ю. Стратегія і тактика захисту рослин: [монографія]. (Серія «Інтенсивне землеробство»). Т. 1; під ред. акад. НААН України В.П. Федоренка. Київ : Альфа-стевія, 2012. 500 с.
8. Федоренко В.П., Марков І.Л., Мордерер Є.Ю. Стратегія і тактика захисту рослин: [монографія]. (Серія «Інтенсивне землеробство»).Т. 2; під ред. акад. НААН України В.П. Федоренка. Київ : Альфа-стевія, 2015. 784 с.

Дарія ТКАЧЕНКО¹⁵,

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

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОБІОТИКІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Анотація. У статті проведений аналіз літературних джерел щодо використання пробіотиків у сільському господарстві. Розглянуто потенційні переваги використання пробіотиків у різних аспектах галузі, включаючи підвищення врожайності та захист рослин, а також покращення якості ґрунту. Зосереджуючись на ґрунтовій мікрофлорі та її впливі на рослини, висвітлюючи потенціал для оптимізації росту рослин, боротьби зі шкідниками та стресами. Також проаналізовано вплив пробіотиків на якість ґрунту та

¹⁵Науковий керівник: Аралова Т. С. кандидатс.-г.н., старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

зменшення використання хімічних добрив. Обговорено можливості використання бактеріальних пробіотиків як ефективного і екологічно безпечного засобу для підвищення врожайності та зниження використання хімічних добрив та пестицидів.

Ключові слова: пробіотики, мікроорганізми, ґрунт.

Annotation. The article analyzes literary sources on the use of probiotics in agriculture. The potential benefits of using probiotics in various aspects of the industry are reviewed, including increased yield and plant protection, as well as improved soil quality. Focusing on soil microflora and its effects on plants, highlighting the potential for optimizing plant growth, pest and stress management. The impact of probiotics on soil quality and reduction in the use of chemical fertilizers was also analyzed. The possibility of using bacterial probiotics as an effective and ecologically safe tool for increasing yield and reducing.

Key words: probiotics, microorganisms, soil.

Вступ. Сільське господарство в сучасних умовах стикається з багатьма проблемами пов'язаними із забрудненням навколишнього середовища, зокрема через використання антибіотиків і хімікатів для захисту тварин і рослин. Одним із інноваційних перспективних методів у сільському господарстві, який нівелює цю проблему є використання пробіотиків. Пробіотики в сільському господарстві – це мікроорганізми, які призначені для поліпшення ґрунту та збільшення врожайності. .

Основна мета використання пробіотиків у сільському господарстві полягає в тому, щоб забезпечити збалансоване середовище для росту рослин, знизити вплив шкідливих мікроорганізмів та підвищити врожайність.

Пробіотики можуть бути використані у вигляді біопрепаратів, які вносяться в ґрунт або розпилюються на рослини. Важливо враховувати, що ефективність пробіотиків може залежати від правильного вибору штамів, дози та методу застосування.

Виклад основного матеріалу. Використання пробіотиків у сільському господарстві має багато поглядів, охоплює різні сфери виробництва та позитивно впливає на рослини, тварин та екосистему ґрунту:

- Покращення мікробіоти ґрунту. Пробіотики можна використовувати для покращення складу та активності ґрунтових мікроорганізмів. Збалансоване ґрунтове середовище сприяє засвоєнню поживних речовин рослинами, що призводить до підвищення врожайності. Пробіотики стимулюють ріст корисних мікроорганізмів у ґрунті, таких як азотфіксуючі бактерії. Це підвищує вологоємність і поживну родючість ґрунту [1, 2].

- Захист від хвороботворних мікроорганізмів. Пробіотики допомагають зберегти рослини «здоровими» та захистити їх. Вони конкурують з патогенами за доступ до поживних речовин або виробляють речовини, які пригнічують ріст шкідливих мікроорганізмів. Пробіотики активують імунну систему рослин і підвищують стійкість рослин до посухи та хвороб.

- Фіксація азоту. Деякі бактерії допомагають фіксувати азот у ґрунті, надаючи рослинам додаткові поживні речовини.

- Підвищення ефективності використання добрив. Пробіотики покращують доступність поживних речовин для рослин, що дозволяє більш ефективно використовувати добрива. Збільшення кількості доступного азоту позитивно впливає на рослини.

- Відновлення родючості ґрунту. Пробіотики можуть прискорити розкладання органічних залишків і, як наслідок, підвищити вміст поживних речовин у ґрунті.

- Позитивний вплив на навколишнє середовище. Використання пробіотиків допомагає створювати екологічно стійкі сільськогосподарські системи, які зводять до мінімуму використання хімічних добрив і пестицидів.

- Покращення структури ґрунту. Мікроорганізми пробіотиків виробляють речовини, які сприяють утворенню ґрунтових агрегатів, покращуючи структуру ґрунту та водопроникність [3, 4].

Основні бактерії, що використовуються в агрономічних пробіотиках включають різноманітні штами родів *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Streptomyces*, *Rhizobium* та ін.

Bacillus – це один з найпопулярніших родів бактерій у пробіотиках для агрономії. Деякі штами *Bacillus* можуть сприяти росту рослин, стимулюючи їхні імунні системи, а також конкурують з патогенними мікроорганізмами за живлення та місце в ґрунті. Рід налічує багато видів, зокрема, *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus cereus* та інші:

- Біологічний контроль шкідників: *Bacillus thuringiensis* (Bt) є особливо відомим видом цієї групи. Деякі штами Bt виробляють токсини, які є смертельними для деяких видів шкідливих комах, таких як молі, дротянки та інші. Це забезпечує ефективний біологічний метод контролю шкідників у сільському господарстві без застосування хімічних пестицидів.

- Підвищення «здоров'я ґрунту». Деякі види *Bacillus*, зокрема *Bacillus subtilis*, мають корисні властивості для ґрунту. Вони можуть сприяти розкладанню органічних решток, підвищують доступність поживних речовин для рослин та зменшують ризик захворювань рослин.

- Захист рослин. Деякі види *Bacillus* виробляють антагоністичні сполуки, які можуть конкурувати з патогенними мікроорганізмами у ґрунті або на рослинах, таким чином, запобігаючи захворюванням.

- Стимулювання росту рослин. Деякі види *Bacillus* виробляють ростові стимулятори та біостимулятори, які сприяють збільшенню врожаю та поліпшенню якості рослин [5].

Pseudomonas – рід сімейства Pseudomonadaceae, який включає багато видів бактерій, які зазвичай зустрічаються в природному середовищі, наприклад у ґрунті та воді.

- Деякі види *Pseudomonas* можуть бути корисними як рослинні пробіотики в сільському господарстві, оскільки вони можуть допомогти підвищити врожайність і захистити від патогенів. Застосування *Pseudomonas* у

сільському господарстві включає обробку насіння, листя та ґрунту, а також обробку коренів рослин.

- Деякі види *Pseudomonas* виробляють антагоністичні речовини, які можуть боротися з хвороботворними мікроорганізмами, такими як гриби та бактерії, які можуть пошкодити рослини. Ці пробіотики допомагають підвищити врожайність і зменшити використання хімічних пестицидів, тим самим зменшуючи негативний вплив на навколишнє середовище. Таким чином, використання *Pseudomonas* у сільськогосподарській науці може бути корисним підходом для сталого виробництва продуктів харчування.

- Деградація забруднюючих речовин: Деякі штами *Pseudomonas* мають здатність до деградації різних забруднюючих речовин, таких як нафта, пестициди та інші хімічні сполуки, що може бути корисним для очищення ґрунту.

Пробіотики, які містять азотфіксуючі бактерії (роди *Rhizobium* і *Azotobacter*) і мікоризні гриби, підвищують доступність азоту для рослин і покращують їх ріст та розвиток. [6].

Мікоризні гриби – це тип грибів, які утворюють симбіотичні відносини з кореневими системами багатьох рослин. Цей зв'язок, відомий як мікориза є важливим екологічним явищем, яке сприяє «здоров'ю рослин» і стійкості екосистеми. Існують різні типи мікориз, найбільш поширеними є арбускулярна (або внутрішньоклітинна) мікориза та позаклітинна мікориза. Арбускулярна мікориза існує в клітинах кореневої системи рослин, тоді як позаклітинна мікориза розподілена навколо коренів. Мікоризні гриби постійно обмінюються поживними речовинами з корінням рослин. Гриби забезпечують рослини водою та мінералами, такими як фосфор і азот, в обмін на органічні сполуки, які виробляють рослини [7].

Рід *Trichoderma* – це рід грибів, який зазвичай використовується як засіб біоконтролю та стимулятор росту рослин у сільському господарстві. В агрономії *Trichoderma* часто використовується як пробіотик для поліпшення стану ґрунту, стимулювання росту рослин і придушення хвороб рослин. Кілька досліджень показали, що *Trichoderma* може підвищити продуктивність сільськогосподарських культур, сприяючи розвитку коренів, збільшуючи поглинання поживних речовин і захищаючи рослини від патогенів. Його здатність виробляти ферменти, які руйнують патогени рослин і токсини, робить його цінним інструментом у стійкій сільськогосподарській практиці.

Beauveria – рід грибів, відомих своєю здатністю співіснувати з комахами та іншими шкідниками. Деякі види *Beuveria* використовують в сільському господарстві як біологічні пробіотики для боротьби зі шкідливими комахами. Ці гриби є природними збудниками багатьох захворювань таких шкідників, як совка, трипси та попелиці. Їх можна застосовувати у вигляді препаратів для обприскування рослин, обробки насіння або внесенням безпосередньо в ґрунт, з метою контролю чисельності шкідників.

- Захист фруктових дерев: використання *Boveria* може бути ефективним для захисту фруктових дерев, таких як яблуні, груші та сливи, від шкідників, таких як молі та гусениці метеликів.

- Біологічний захист виноградних лоз: використання *Boveria* може допомогти захистити виноградні лози від шкідників, таких як молі, листовий хрущ та смугастий жук, що можуть завдати значних збитків виноградним господарствам.

Rhizobium – це рід бактерій, які формують симбіотичні відносини з бобовими рослинами, такими як соя, горох, нут, сочевиця та ін. Ці бактерії можуть зв'язувати атмосферний азот та перетворювати його у легкозасвоювану форму для рослин, таким чином забезпечуючи рослини азотом, необхідним для їх росту та розвитку.

Rhizobium мають ферментативні властивості, які сприяють постачанню азоту рослинам, необхідним для синтезу білків та інших важливих сполук. Це покращує поживний статус ґрунту та здатність рослин засвоювати поживні речовини.

- Поліпшення біологічної різноманітності ґрунту: *Rhizobium* сприяє збільшенню біологічної різноманітності ґрунту, що корисно для його плодородності та стійкості до стресових умов.

- Екологічна ефективність: використання *Rhizobium* може зменшити потребу у хімічних добривах, оскільки рослини отримують азот з атмосфери через біологічну фіксацію, що допомагає знизити негативний вплив сільськогосподарської діяльності на довкілля. [8].

Винятки та виклики:

- Наявність нормативних обмежень у деяких країнах. Можуть існувати обмеження на використання пробіотиків у сільському господарстві через нормативні питання або стандарти.

- Ефективність залежить від умов. Ефективність пробіотиків може залежати від конкретних умов ґрунту, клімату та інших факторів, які можуть створювати проблеми для їх широкого використання. Кліматичні умови: клімат впливає на розподіл та активність корисних мікроорганізмів у ґрунті та рослинах, що, в свою чергу, впливає на ефективність пробіотиків.

- Різні типи ґрунтів мають різні хімічні та фізичні властивості, які можуть впливати на взаємодію між пробіотиками та мікроорганізмами.

- Умови ґрунту: умови ґрунту, такі як рН, вміст органічних речовин та рівень забруднення, можуть впливати на життєздатність та активність пробіотиків.

- Різні типи рослин по-різному взаємодіють з пробіотиками, впливаючи на їх ефективність у підвищенні врожайності та боротьбі зі шкідниками.

- Спосіб застосування: спосіб застосування пробіотиків (наприклад, внесення в ґрунт, підживлення рослин, внесення добрив) також може впливати на їхню ефективність.

- Ризик резистентності. Використання пробіотиків може спричинити розвиток резистентності у уражених мікроорганізмів. Це може стати проблемою

в майбутньому, якщо ці мікроорганізми перестануть реагувати на пробіотики. Існує ризик передачі генів стійкості від шкідливих мікроорганізмів до інших бактерій, у тому числі до бактерій, патогенних для людини. Це збільшує ризик поширення стійких до антибіотиків бактерій у навколишньому середовищі. Стійкі мікроорганізми можуть мати негативний вплив на ґрунтові екосистеми, зменшуючи їхнє біорізноманіття та стійкість до стресових умов. Шляхи мінімізації ризику:

- Ротаційне використання пробіотиків: варіювання типів пробіотиків, що використовуються в сільському господарстві, може зменшити ризик виникнення бактеріальної резистентності.

- Системи внутрішнього контролю: розробляйте та впроваджуйте системи внутрішнього контролю, які виявляють резистентність та своєчасно реагують на її поширення.

- Ретельний моніторинг: систематично відстежуйте рівень резистентності шкідників та розробляйте превентивні заходи.

Необхідність подальших досліджень. Наукові дослідження та випробування конкретних пробіотиків у різних умовах сільськогосподарського виробництва є важливим перед широкомасштабним впровадженням. Інвестиції в дослідження в цій галузі можуть призвести до інноваційних сільськогосподарських практик, які покращать якість продукції, підвищать врожайність і зменшать негативний вплив на навколишнє середовище.

- Дослідження на тваринах: включають дослідження впливу пробіотиків на здоров'я, продуктивність і якість продукції тварин. Можуть проводитися в контрольованих умовах і на різних видах тварин (наприклад, велика рогата худоба, свині, птиця).

- Спектрофотометрія і хроматографія: використовуються для визначення концентрації пробіотиків у кормах і кормових добавках.

- Аналіз мікрофлори та бактеріальної популяції: для вивчення впливу пробіотиків на склад і різноманітність мікроорганізмів у травному тракті тварин.

- Молекулярно-біологічні методи: полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР) та секвенування геному використовуються для аналізу генетичного складу та виявлення змін у мікробіоті після застосування пробіотиків.

- Клінічні спостереження та тестування: дослідження ефективності пробіотиків в реальних умовах фермерських господарств та сільського господарства.

- Екологічні дослідження: вивчення впливу пробіотиків на навколишнє середовище та екологічні процеси

- Економічні аспекти: дослідження повинні включати оцінку ефективності використання пробіотиків у сільському господарстві з економічної точки зору враховуючи витрати та вигоди. Загалом, використання пробіотиків у сільському господарстві має потенціал для підвищення продуктивності та стійкості рослин, але важливо враховувати контекст і потенційні проблеми, пов'язані з їх використанням. Вартість пробіотиків може бути високою і може суттєво збільшити собівартість продукції.

Висновки. Застосування пробіотиків у сільському господарстві відкриває різноманітні перспективи для підвищення продуктивності та забезпечення стабільності виробництва. Використання пробіотиків у сільському господарстві є напрямком для сталого та екологічно безпечного виробництва. Беручи до уваги винятки та проблеми, пов'язані з їх застосуванням, можна досягти позитивних результатів у покращенні якості продукції та забезпеченні стійкості агроecosystem.

Список використаної літератури

1. Смірнов В.В., Патица В.П., Підгорський В.С. і ін. Мікробні біотехнології в сільському господарстві. Агроecологічний журнал. 2012. № 3. С. 3-8.
2. Дерев'янку С.В., Дяченко Г.М., Божок Л.В. та ін. Ефективність пробіотичного препарату БПС-44. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2005. Вип. 1–2. С. 128–135. 2
3. Кравченко Н.О., Передерій М.Г. Антагоністична активність штамів *Bacillus subtilis*, перспективних для створення консервантів вологого плющеного зерна кукурудзи. Там само. 2017. Вип. 26. С. 49–55. 27.
4. Труфанов О.В., Котик А.М., Божок Л.В. Ефективність пробіотичного препарату на основі *Bacillus subtilis* (БПС-44) при експериментальних мікотоксикозах курчат. *Мікробіол. журнал*. 2008. Т. 70, № 1. С. 52–57.
5. Смірнов В.В., Патица В.П., Підгорський В.С. та ін. Мікробні біотехнології в сільському господарстві. *Агроecологічний журнал*. 2012. № 3. С. 3–8
6. Волкогон В.В., Надкернична О.В., Ковалевська Т.М. та ін. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика; за ред. В.В. Волкогона. Київ: Аграрна наука, 2006. 312 с.
7. Волкогон В.В., Бердніков О.М., Дімова С.Б. та ін. Вплив мікробних препаратів на засвоєння культурними рослинами поживних речовин. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 5. С. 25–28.

Владислав ЯРЕМЧУК¹⁶,

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

ВЗАЄМОДІЯ КОМАХ З РОСЛИНАМИ: МЕХАНІЗМИ ЗАПИЛЕННЯ ТА РОЗВИТКУ НОВИХ ВИДІВ

Анотація. *Взаємодія між комахами та рослинами відіграє ключову роль у природних екосистемах, забезпечуючи ефективне запилення рослин та*

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

сприяючи їхньому розвитку. У статті розглянуто механізми запилення рослин комахами та їхній вплив на розвиток нових видів. Описано різноманітність механізмів запилення та взаємовідносини між комахами і рослинами під час цього процесу. Висвітлено важливість взаємодії комах із рослинами для збереження біорізноманіття та їхнього еволюційного розвитку. Досліджено вплив цієї взаємодії на формування нових видів шляхом сприяння або обмеження генетичного обміну. Стаття спрямована на поглиблене розуміння взаємодії між комахами та рослинами та її значення у процесі еволюції та збереження природного середовища.

Ключові слова: комахи-запилювачі, запилення, взаємодія «комаха-рослина»

Annotation. *Interactions between insects and plants play a key role in natural ecosystems, ensuring effective pollination of plants and promoting their development. The article examines the mechanisms of plant pollination by insects and their influence on the development of new species. The variety of pollination mechanisms and the relationship between insects and plants during this process are described. The importance of the interaction of insects with plants for the preservation of biodiversity and their evolutionary development is highlighted. The influence of this interaction on the formation of new species by promoting or limiting genetic exchange was studied. The article is aimed at a deeper understanding of the interaction between insects and plants and its importance in the process of evolution and preservation of the natural environment.*

Key words: *pollinating insects, pollination, «insect-plant» interaction.*

Вступ. Взаємодія між комахами та рослинами є однією з найважливіших та найцікавіших екологічних взаємодій у природних екосистемах. Цей процес, відомий як «взаємне запилення», відіграє ключову роль у підтримці біорізноманіття та забезпеченні плодоносності багатьох рослинних видів. Комахи, такі як бджоли, метелики, комарі та мухи, виконують важливу функцію перенесення пилку від одної квітки до іншої, що забезпечує процес запилення та народження наступного покоління рослин.

Механізми запилення можуть бути дуже різноманітними і унікальними для кожного виду рослин. Вони можуть включати в себе різні стратегії, такі як анемофілія (запилення вітром), гідрофілія (запилення водою), а також залежність від комах, які переносять пилок. Розуміння цих механізмів має важливе значення для нашого загального розуміння екологічних систем та еволюційних процесів.

Крім того, ефективне запилення може сприяти формуванню здорових плодів та насіння, що забезпечує репродукцію рослин і збереження їхніх популяцій. Більш того, різноманітність механізмів запилення рослин може впливати на генетичний обмін між популяціями, що в свою чергу може мати важливі наслідки для еволюційного розвитку та формування нових видів.

Виклад основного матеріалу. Процес запилення є важливим етапом репродуктивного циклу більшості квіткових рослин. Цей процес забезпечує

перенесення пилоквіх зерен з тичинок, що містяться в чоловічому органі квітки, на маточку, розташовану в жіночому органі. Запилення відбувається за допомогою різних механізмів і може вплинути на подальший розвиток рослин і їх біологічну взаємозв'язок з навколишнім середовищем. Запилення починається з того, що пилові зерна формуються в пилових мішках тичинок. Коли відбувається дозрівання, вони розкриваються, вивільнюючи пилові зерна. Після цього потрапляють на стигму, яка розташована на верхівці пестика. Цей процес може відбуватися за допомогою різних переносників, таких як вітер, водні потоки, або комахи. Після того, як пилове зерно депонується на стигму, воно проростає, утворюючи зародкову трубку. Ця трубка проростає через стилодій, що сполучає стигму та зав'язь, де знаходиться яйцеклітина. Після проникнення в зав'язь, зародкова трубка зустрічає яйцеклітину, що знаходиться в оосфері. Злиття цих гамет призводить до утворення зиготи – початкової стадії нового рослинного організму (Рис.1) [1].



Рис. 1. Маточка в розрізі [2]

Взаємодія комах і рослин є важливим аспектом біологічного та екологічного функціонування екосистем. Багато видів комах використовують рослини в їжу, поїдаючи нектар, пилок або інші їх частини. Крім того, рослини можуть служити середовищем існування для комах, забезпечуючи притулок, умови розмноження та захист від природних ворогів. Деякі види комах використовують рослини для відкладання яєць, і їх личинки розвиваються в рослинній тканині, проходячи різні стадії розвитку.

Для рослин взаємодія з комахами важлива з точки зору розмноження та виживання. Більшість квітучих рослин покладаються на комах для ефективного запилення, що є важливим етапом у процесі розмноження. Крім того, деякі рослини можуть використовувати комах для захисту від шкідників, випускаючи репеленти або залучаючи ворогів природних шкідників. Іншим важливим аспектом взаємодії є поширення насіння рослин, яке забезпечується участю комах, які переносять пилок або поширюють насіння. Рослини розробили багато стратегій та механізмів, які допомагають залучати комах-запилювачів та забезпечують успішне запилення. Наприклад, деякі квітучі рослини приваблюють бджіл, джмелів, метеликів або комарів, які діють як ефективні носії пилку. Цих комах приваблюють до квітів запах, привабливість кольору,

нектар та інші фактори. Коли комаха відвідує квітку, її тіло може натрапити на пилкові зерна, прикріплене до тичинок. Під час наступних візитів комахи переносять цей пилок на інші квіти тієї ж або іншої рослини, щоб забезпечити процес запилення. Деякі рослини навіть розвиваються таким чином, що дають комахам доступ до пилку та нектару, але насправді це, очевидно, може бути чудовим рішенням.

Також взаємодія комах з рослинами має значний вплив на еволюційний розвиток та формування нових видів у природі. Один з ключових механізмів, який призводить до виникнення нових видів, – це процес коєволюції. Коєволюція – це процес взаємного еволюційного впливу між двома або більше видами, який відбувається через взаємодію у природному середовищі. У випадку взаємодії між комахами і рослинами, коєволюція є ключовим фактором, що впливає на еволюцію обох груп організмів [3].

Перша, конвергентна еволюція виявляється в мімікрії рослин, де деякі види рослин імітують зовнішній вигляд та поведінку комах для залучення їх як запилювачів. У світі орхідей і орхідних метеликів спостерігається унікальна взаємодія, яка ілюструє процес формування нових видів через взаємодію між комахами і рослинами. Орхідні квіти розвинули складні механізми привертання комах-запилювачів. Наприклад, механізм «засіяння і вибір». Квіти мають різну форму, колір і запах, що схожі на самиць метеликів. У свою чергу, орхідні метелики мають особливі органи на голові і спині, за допомогою яких вони збирають пилок з квітів, а також можуть мати вигляд і запахи, схожі на орхідні квіти. Таким чином, орхідні квіти привертають їх своїм виглядом, запахом і нектаром. Метелики, в свою чергу, «вибирають» оптимальні квіти для запилення, віддаючи перевагу тим, які найбільше нагадують самиць свого виду. Під час цього процесу вони переносять пилок від однієї квітки до іншої, забезпечуючи запилення. Ця взаємодія може привести до ефекту міжвидової взаємодії, де як орхідні квіти, так і метелики, еволюціонують у відповідь один на одного. Тому, орхіди можуть еволюціонувати, щоб надати ще більш точний імітації самиць метеликів, тим часом як метелики можуть розвивати більш витончені механізми вибору оптимальних квіток (Рис. 2) [4].



Рис. 2. Orchidaceae[5]

Друга, конвергентна еволюція може виявлятися в структурних адаптаціях. Деякі види рослин та комах можуть розвивати подібні структурні особливості, що полегшують їх взаємодію. Наприклад, деякі рослини можуть розвивати квітки з оптимізованою формою або кольором, які привертають конкретних видів комах. Зі свого боку, комахи можуть розвивати спеціалізовані органи для отримання доступу до ресурсів рослин. Наприклад, комахи-запилювачі можуть розвивати певні морфологічні особливості, такі як довгі хоботки у деяких видів метеликів, що допомагають їм досягати нектару в глибоких квітках. Ці спеціалізації можуть сприяти розділенню ресурсів між різними видами комах, що в свою чергу може сприяти формуванню нових видів. Один із ключових механізмів, що лежить в основі цього впливу, – це генетичний обмін між рослинами під час перенесення пилку. Коли комахи переносять пилок від однієї рослини до іншої, відбувається змішування генетичного матеріалу між різними особинами та популяціями рослин. Цей генетичний обмін може призводити до утворення гібридів, які поєднують властивості різних батьківських рослин. Як результат, нові види можуть виникати через комбінацію різноманітних генетичних характеристик, що сприяє диверсифікації рослинного світу [6].



Рис. 3. Морфологічні особливості хоботків [7]

Третя, конвергентна еволюція може спостерігатися у хімічних взаємодіях метеликів та рослинами-господарями. Деякі види метеликів відкладають свої яйця на конкретних видових рослинах, де личинки виростають та живляться листям або іншими частинами рослин. У відповідь на це рослини можуть розвивати захисні механізми, які зменшують збитки від личинок метеликів, наприклад, виділення хімічних сполук, які відлякують метеликів або сприяють вимиранню їх личинок. Наприклад, такі метелики роду *Pieris* (*Pieris brassicae*), спеціалізуються на використанні капустяних рослин як господарів для своїх личинок. У відповідь на цю специфічну зв'язок, деякі капустяні рослини, такі як *Brassica oleracea*, розвивають хімічні захисні механізми. Вони можуть виділяти гірку речовину глюкозинолати, яка відлякує метеликів від відкладення яєць або сприяє знищенню личинок. Дослідження показують, що такі хімічні захисні

механізми можуть значно знижувати кількість личинок метеликів та покращувати виживання рослин [8, 9].

Ці приклади ілюструють, як різні види комах і рослин можуть розвивати подібні адаптації під впливом подібних вибірових тисків або середовищевих умов. Конвергентна еволюція грає важливу роль у формуванні взаємних адаптацій між цими двома групами організмів, що сприяє ефективній взаємодії та сприяє їхньому спільному успіху у природному середовищі.

Висновки. У даній науковій статті було детально розглянута тема взаємодії комах з рослинами, зосереджуючись на механізмах запилення та їхньому впливі на розвиток нових видів. Досліджено різноманітність механізмів запилення рослин, взаємовідносини між комахами та рослинами під час цього процесу, а також вплив цієї взаємодії на еволюцію та формування нових видів.

Важливим аспектом нашого дослідження є визначення важливості взаємодії комах із рослинами для збереження біорізноманіття та їхнього еволюційного розвитку. Комахи відіграють вирішальну роль у процесі запилення рослин, що забезпечує репродукцію і збереження рослинних видів.

Тому, дослідження в області взаємодії комах з рослинами не лише розширюють наше розуміння екологічних систем, але і відіграють ключову роль у збереженні біорізноманіття та природного середовища. Детальне вивчення цих процесів допомагає нам розуміти важливість збереження різноманітності життя на планеті та сприяє налагодженню екологічно збалансованих взаємовідносин у природі.

Список використаної літератури

1. «Запилення». URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Запилення> (дата звернення 16.03.2024 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. Ми залежимо від виживання бджіл. Організація Об'єднаних Націй Україна : вебсайт. URL: <https://ukraine.un.org/uk/112086-mizalezhimo-vid-vizhivannya-bdzhil> (дата звернення: 09.03.2024).
4. Бджоли визнані найважливішими істотами на Землі. вебсайт. URL: <https://glavcom.ua/world/observe/bdzholi-viznaninayvazhlivishimi-istotami-na-zemli-636224.html> (дата звернення: 12. 03.2024).
5. 5. Groundplan Anatomy of the Proboscis of Butterflies (Papilionoidea, Lepidoptera). URL: https://natabiology.blogspot.com/2021/08/blog-post_93.html (дата звернення 18.03.2024 р.).
6. Запилення плодових і ягідних культур медоносними бджолами. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/idei-trendy/item/17887-zapylennia-plodovykh-i-iahidnykh-kultur-medonosny-my-bdzholamy.html> (дата звернення: 01.03.2024).
7. Butterfly probosces and their functional relations with the nectar plants in some selected forests. URL: <https://www.researchgate.net/figure/Pictorial-view-of->

proboscis-structure-of-butterflies-foraging-activity-of-butterflies_fig1_319454552
(дата звернення 19.03.2024 р.).

8. Assessment Report on Pollinators, Pollination and Food Production (IPBES). Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) : URL: <https://ipbes.net/assessment-reports/pollinators> (дата звернення: 11.03.2024).

9. Gallai N. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*. 2017. Vol. 68. P. 810–821.

Анастасія БЕВЗ¹⁷,
студентка 2 курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
ННІ Агротехнологій та природокористування,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

НАСЛІДКИ РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ НА СТАН ДОВКІЛЛЯ В УКРАЇНІ

***Анотація.** Досліджено, що серед негативних наслідків науково-технічного прогресу дедалі більшого розмаху набуває гонка озброєння. Дослідженням процесів розвитку біосфери планети займається сучасна екологія. В останній час значну увагу цій науці приділяють військові фахівці, розробляючи екологічні принципи та системи екологічного захисту військ. В цій статті, проаналізовано як рф знищує українську природу нещадно, свідомо, не вагаючись. І порушує право на безпечне для життя та здоров'я довкілля не лише громадян України, а й всього людства. Це виклик, відповідати на який має не лише наша держава, а й увесь цивілізований світ. Проаналізовано методи, які росія застосовує під час війни проти нашої держави, агресор прагне не лише знищити нашу державу та народ, а й зробити територію України непридатною для життя. Російські військові вдаються до тактики «випаленої землі» та свідомо скоюють злочини проти довкілля, фактично використовують природу як зброю.*

***Ключові слова:** навколишнє середовище, забруднення, техногенна катастрофа.*

***Annotation.** It has been studied that among the negative consequences of scientific and technological progress, the arms race is gaining more and more scope. Modern ecology studies the processes of development of the planet's biosphere. Recently, military specialists have been paying considerable attention to this science, developing ecological principles and systems for the ecological protection of troops.*

¹⁷Науковий керівник: к. с.-г. н., старший викладач кафедри екології та ОНС ВНАУ Оксана Врадій.

This article analyzes how the Russian Federation destroys Ukrainian nature mercilessly, deliberately, without hesitation. And it violates the right to an environment safe for life and health not only of citizens of Ukraine, but also of all humanity. This is a challenge that must be answered not only by our state, but also by the entire civilized world. The methods used by Russia during the war against our country have been analyzed, the aggressor seeks not only to destroy our country and people, but also to make the territory of Ukraine unsuitable for life. The Russian military is resorting to "scorched earth" tactics and deliberately committing crimes against the environment, actually using nature as a weapon.

Key words: *environment, pollution, man-made catastrophe*

Вступ. У сучасній екології серед багатьох розділів активно розвивається новий напрям – військова екологія. Центральним завданням військової екології залишається дослідження живої компоненти біосфери, пізнання всіх процесів функціонування життя та систем захисту людства і біосфери від наслідків дії сучасної зброї.

У ході локальних війн здійснюються масовані авіаційні і ракетні удари по військових об'єктах, промислових підприємствах, хімічних заводах, енергетичних об'єктах і т.д. Внаслідок цього в атмосферу, ґрунт, підземні і поверхневі води потрапляє значна кількість високотоксичних речовин. Радіус зараженої зони навколо зруйнованого об'єкта може складати від 1 до 200 км. В довкілля таким чином потрапляють хлор, хлористий водень, бензопірен, ртуть, оксиди азоту, оксиди сірки та інші речовини. Тривалість зараження територій отруйними і радіоактивними речовинами складає десятки, а іноді й сотні років.

У локальних конфліктах продукти згоряння нафтопродуктів – оксиди сірки, оксиди азоту, сажа – переносилися на тисячі кілометрів від місця бойових дій на території сусідніх держав. При руйнуванні хімічних заводів утворюються складні комплекси високотоксичних речовин, негативну дію яких на природні екосистеми, військовослужбовців і мирне населення важко передбачити. Тому метою даної статі є дослідження екологічних особливостей локальних військових конфліктів в умовах прискорення гонки озброєнь [1, 2].

Виклад основного матеріалу. Характерною особливістю військових конфліктів в Україні є потрапляння значних об'ємів нафтопродуктів у відкриті водоймища. Потрапляння нафтопродуктів призвело до руйнування природних екосистем в цих районах і далеко за їх межами. Внаслідок військового конфлікту різко погіршується якість питної води в регіоні. Це пов'язане з руйнуванням каналізаційних мереж, хімічним забрудненням гідросфери, розливом нафтопродуктів і т.д.

Ґрунт після розривів боєприпасів, пересування військової техніки, хімічного забруднення, пов'язаного з руйнуванням промислових об'єктів, втрачає родючість на тривалий період. Руйнування ґрунту може відбутися в наслідок ущільнення, її прожигання, наявності в неї мін.

У ході локальних військових конфліктів завжди має місце випробування нових видів озброєнь. Значну небезпеку для біосфери має застосування

запалювальної зброї, наприклад білого фосфору. Білий фосфор представляє собою напівпрозору тверду речовину, яка схожа на віск. Він здатний самозайматися, з'єднуючись з киснем повітря. Горить яскравим полум'ям з густим виділенням білого диму. Температура спалаху порошкоподібного фосфору 34 °С, температура полум'я 900 – 1200 °С. Білий фосфор використовують як запал пірогелю в запалювальних боєприпасах. Пластифікований фосфор (з добавками каучуку) набуває здатність прилипати до вертикальних поверхонь і пропалювати їх [3].

Після закінчення війни в рослинах сільськогосподарських культурах відбувається накопичення токсичних і радіоактивних речовин, які зберігаються на тривалий період і по харчових ланцюжках передаються в організм людей. У ході бойових дій знищуються значні площі лісів, що в свою чергу призводить до знищення екологічних систем, що склалися, загибелі птахів, тварин, зруйнування ландшафту.

Військові конфлікти призводять до переміщення біженців в сусідні країни, які не готові вирішити їх проблеми. Виникають складності з питною водою, харчуванням, ліками і т.д. В місцях мешкання біженців утворюються великі об'єми відходів, що забруднюють навколишнє середовище, з'являються епідемії небезпечних захворювань.

У ході війни зведення про екологічні катастрофи в місцях бойових дій не розповсюджуються. Сусідні країни не можуть своєчасно вжити заходів для ліквідації їх наслідків. Руйнування міст, людські жертви, знищення промислових об'єктів підривають економіку регіону, роблять його зоною економічної і екологічної кризи. Тут росте злочинність, відсутня можливість дістати якісну освіту, відсутні кошти на екологічні програми і охорону навколишнього середовища. Має місце істотне погіршення розвитку економіки в сусідніх країнах.

Військово-промисловий комплекс воюючих країн, що перемогли в конфлікті, отримує величезні прибутки за рахунок ліквідації застарілих озброєнь (наприклад, крилатих ракет), які в мирних умовах вимагають створення конверсійних технологій, що дорого коштують. Після війни розвинені країни знов отримують прибуток через свої будівельні фірми, що ліквідують наслідки руйнування за рахунок ООН або інших громадських організацій [4].

Ведучі політики і військові фахівці багатьох держав в погоні за грошовими коштами для військово-промислового комплексу не розуміють взаємної залежності екологічних систем планети і наслідків локальних військових конфліктів, що погіршують і без того складні екологічні проблеми людства. Це особливо небезпечно в зв'язку з наявністю у 44 держав планети атомних електростанцій, великих об'ємів радіоактивних відходів і потенційної можливості використати ядерну зброю.

Ось один із прикладів як російська агресія впливає на стан довкілля в Україні. Нажаль, через повномасштабне вторгнення ворога до України охоплено, близько 3 мільйонів гектарів лісу. Приблизно 23,3 тисячі гектарів

лісів випалено, частину з них втрачено. Бойові дії відбуваються у східних та південних областях України. Для цих регіонів характерна низька лісистість. Тут ліси виконують захисні функції. Знищення та пошкодження їх позначиться на кліматі цих регіонів і може призвести до значних ерозійних процесів. Зокрема, на півдні України наслідками можуть бути вітрова ерозія та опустелювання. Це, звичайно, позначиться на сільському господарстві.

Внаслідок російських ударів по нафтобазах, складах паливно-мастильних матеріалів згоріло понад 680,6 тисячі тонн нафтопродуктів, які забруднили повітря небезпечними речовинами. Крім того, у повітря потрапило понад 38 тисяч тонн викидів від горіння російської техніки та утворилося понад 352 тисячі тонн відходів, які забруднюють не лише повітря, а й землю.

Загалом через лісові пожежі, від горіння нафтопродуктів та займання промислових об'єктів, викиди в атмосферне повітря вже перевищили 67 млн тонн. При цьому забруднене повітря не має меж. Викиди в атмосферне повітря, викликані військовою агресією РФ на території України, переносяться, осідають і впливають на території інших держав, іноді на відстані тисячі кілометрів.

І ще одна дуже актуальна проблема, це заміновані території. На даний момент розмінування потребує приблизно 200 тисяч квадратних кілометрів. Розриви мін призводять до забруднення ґрунтів важкими металами – свинцем, стронцієм, титаном, кадмієм, нікелем. Іноді це робить ґрунт непридатним для подальшого сільськогосподарського використання.

Ще один з прикладів, це атаки російських військ на об'єкти критичної інфраструктури України та промислові об'єкти мають на меті завдати українській економіці максимальних збитків. Вони мають і значні негативні екологічні наслідки. Наприклад, 8 березня 2022 р. у результаті нищівних обстрілів міста Ірпінь Київської області окупантами було розбомблено завод поліетиленових виробів ТОВ «Планета Пластик». Відбулось загоряння основних цехів з хімічними матеріалами та продукцією з пластику. 14 березня внаслідок обстрілу військами РФ очисних споруд Василівського експлуатаційного цеху водопостачання та водовідведення, який знаходиться у с. Верхня Криниця Запорізької області, зруйнована будівля та обладнання каналізаційної насосної станції №1, також пошкоджено лінію електропередач. Зворотні води з кількох районів міста Запоріжжя зараз потрапляють до Дніпро без будь-якого очищення [4].

Висновки. Серед багатьох напрямків сучасної екології головним треба вважати військову екологію, тому що, окремий вид сучасного озброєння може змінити екологічну ситуацію у всьому світі. Розуміючи екологічні наслідки локальних війн можна прогнозувати майбутнє країн на території яких будуть проходити бойові дії. Українська природа та довкілля є ще одними жертвами російської агресії про Україну. Війна вплинула на кожний компонент нашого довкілля – тваринний і рослинний світ, воду, повітря, ґрунт. Наслідки цього негативного впливу будуть довгостроковими та матимуть не лише локальний, а й глобальний характер. За останніми скромними оцінками, збитки довкіллю України від війни становлять 1,35 трлн гривень. Відтак важливо вже сьогодні

подбати про ефективну систему моніторингу стану навколишнього природного середовища. Відтепер державним органам влади слід зафіксувати реальний обсяг завданої шкоди та залучити міжнародну спільноту для доведення факту екоциду в Україні. Все це буде вкрай необхідним для справи відшкодування збитків довкіллю за рахунок країни-агресора.

Список використаної літератури

1. Білявський Г.О. Основи екології. Київ: Лібра, 2022. 315 с.
2. Мінка С.В., Попов І.І., Гризунов А.З. Основи екологічної безпеки військ. Словник-довідник. Харків.: ХВУ, 2021. 298 с.
3. Екологічні проблеми України: Наслідки війни. URL: <https://www.slovoidilo.ua/2022/11/08/infografika/suspilstvo/pryroda-ta-vijna-yak-rosijska-ahresiya-vplynula-dovkillya> (дата звернення 12.03.2024).
4. Природа та війна: як військовевторгнення Росії впливає на довкілля України. URL: https://ecoaction.org.ua/pryroda-tavijna.html?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwwYSwBhDcARIsAOyL0fjpZS_0VxSPM9Nixp6ZXTnpuzpw9Dr58dbeNTAPnUMZV7dBk5bEdhEaAl-eEALw_wcB (дата звернення 10.03.2024).

Ірина БЕГАР¹⁸,
студентка 5 курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РОЗВИТОК ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА У СВІТІ ТА В УКРАЇНІ

***Анотація.** Незважаючи на третій рік повномасштабної війни, та незламного органічного сектору України, продовжує свою діяльність та активно шукає нові можливості не тільки для відновлення, але й для створення доданої вартості та пошуків нових експортних ринків.*

Зацікавленість виробництвом гречки зумовлена тим, що ця культура має комплекс дуже корисних речовин для людського організму.

Необхідність розвитку власного виробництва продуктів харчування. Необхідність підвищення продовольчої самодостатності. Необхідність розвитку власного виробництва продуктів харчування зумовлена зростаючою залежністю від імпорту продуктів харчування. Це пов'язано з тим, що зростаюча залежність від імпорту не лише призводить до економічних втрат, а й загрожує національній стабільності та продовольчій безпеці, загрожує національній продовольчій безпеці.

¹⁸Науковий керівник: Колісник О.М. кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин, ВНАУ.

Ключові слова: гречка, органічна продукція, органічне виробництво, забруднення навколишнього середовища, екологічно чиста продукція.

Annotation. *Ukraine's strong and indomitable organic sector, despite the second year of full-scale war, continues its activities and actively seeks new opportunities not only for recovery, but also for creating added value and searching for new export markets.*

Interest in the production of buckwheat is due to the fact that this culture has a complex of very useful substances for the human body.

The need to develop own food production. The need to increase food self-sufficiency. The need to develop one's own food production is due to the growing dependence on food imports. This is because growing dependence on imports not only leads to economic losses, but also threatens national stability and food security, threatens national food security.

Key words: *buckwheat, organic products, organic production, environmental pollution, ecologically clean products.*

Вступ. Вирощування гречки з використанням методів органічного землеробства вимагає дотримання базової сівозміни та наповнення її зерновими, бобовими та злаковими культурами. Багаторічні бобові культури в сівозміні позитивно впливають на структуру та щільність ґрунту, оскільки вони біологічно розпушують ґрунт, запобігають надмірному фізичному випаровуванню вологи та покращують аерацію. Бобові, які проникають глибоко в ґрунт, розпушують підґрунтя і забезпечують наступну культуру в сівозміні біологічно чистим, фіксованим з повітря азотом [1, 5].

В останні роки нераціональне землекористування та сільськогосподарські практики, які не враховують відновлення ґрунтового покриву, призвели до деградації ґрунтів, зниження родючості та зміни якості води, фізичних властивостей, характеристик пестицидів та біологічної активності. Одним із шляхів вирішення екологічних проблем є впровадження органічного землеробства. Концепція сталого розвитку сільськогосподарського виробництва передбачає поєднання захисту довкілля, економічного зростання та соціального розвитку, а органічне виробництво є практичним методом її реалізації, який може допомогти забезпечити високу якість продуктів харчування, що є важливою складовою продовольчої безпеки [2, 4, 6, 9].

Найбільш популярними сортами в Україні користуються «Дікуль» і «Дев'ятка», викликана популярність цих сортів кількома причинами: обидва сорти мають запилюються і бджолами, ще більше підвищує врожайність гречки та підвищує отримання екологічно чистого меду; смакові якості обох сортів мають великі ядра; а також сорти реагують на біопрепарати та дають прибавку до урожаю. Налічується більше десятка популярних сортів.

Ґрунтово-кліматичні умови України підходять для всіх сільськогосподарських культур. В останні роки в Україні вирощують геномодифіковану гречку, вона відрізняється високою стійкістю до швидкого дозрівання та шкідників та хвороб.

Важливою вимогою для захисту від шкодо чинних організмів. Проводять обробку біопрепаратами з додаванням мікроелементів перед посівом. При посіві гречки проводять обробку насіння біоінсектицид Ентоцид допомагає обмежити розвиток чисельність шкідників, що позитивно вплинуло на урожайність гречки. Норма внесення становить 50 кг/т, також використовують інші інсектициди, ще обробляють посівний матеріал стимуляторами росту.

Метою дослідження є висвітлення стану органічного виробництва у світі, розвитку органічного виробництва в Україні, визначення стримуючих факторів розвитку органічного виробництва та висвітлення проблем. Найсприятливіші умови для досягнення високої продуктивності гречки виникають тоді, коли гречка добре забезпечена поживними речовинами. Альтернативою азоту з мінеральних добрив є біогенний азот, який рослини отримують шляхом взаємодії з азотфіксуючими мікроорганізмами. Сьогодні існує багато бактеріальних препаратів на основі азотфіксуючих мікроорганізмів та біопрепаратів [3, 7, 10].

Виклад основного матеріалу. Вирощування органічної продукції зменшує використання пестицидів, поєднуючи традиційні та сучасні методи боротьби зі шкідниками та хворобами, покращує властивості ґрунту, захищає водні ресурси від забруднення, мінімізує фактори, що безпосередньо впливають на зміну клімату, підтримує різноманітність ґрунтової мікрофлори та підвищує врожайність.

Згідно з науковими дослідженнями [5, 6, 11], впровадження органічного виробництва має багато переваг над традиційним виробництвом, включаючи екологічні, економічні та соціальні аспекти. Економічні аспекти призводять до збільшення прибутку та конкурентоспроможності. Екологічні переваги сприяють захисту навколишнього середовища. Соціальні переваги полягають у забезпеченні ринку безпечними, якісними та корисними для здоров'я продуктами.

Україна є великим виробником органічної продукції. Споживчий попит на органічну продукцію переважно зосереджений в економічно розвинених країнах, оскільки така продукція є дорожчою за традиційну через вищі витрати на виробництво та переробку [3, 17]. Для підвищення врожайності органічної гречки дозволяється застосовувати мікродобрива, дозволені для використання в органічному виробництві, а також добрива, вироблені на основі гумінових речовин, бактерій і грибів. Можна звернути увагу на перелік речовин, затверджений органом сертифікації «Органік Стандарт України»: також у базі даних OMRI Organic Substances Database можна знайти речовини, дозволені у виробництві органічної продукції відповідно до стандартів USDA NOP.

Органічні технології вирощування гречки вимагають використання насіння органічної якості, а насіння, отримане шляхом генетичної модифікації, не допускається.

Передпосівну обробку насіння проводять препаратами, дозволеними для органічного вирощування. Варто звернути увагу на перелік речовин, затверджений «Органік Стандарт», сертифікаційним органом України. Крім того, в OMRI Organic Substances Database можна знайти речовини, дозволені у виробництві органічної продукції відповідно до стандартів USDA NOP.

На шляху розвитку органічного виробництва в Україні існує низка стримуючих факторів, які перешкоджають подальшому розвитку цього сектору аграрного сектору. Це: неповне наукове забезпечення органічного сектору; переважання експорту органічної сировини; низький рівень поінформованості населення та виробників про особливості органічної продукції; відсутність державної фінансової підтримки; відсутність ефективної системи державного контролю за виробництвом та якістю продукції, що є причиною недобросовісної конкуренції, особливо між виробниками та продавцями.

Оскільки повноцінному збиранню гречки сприяє достатня кількість бджіл, які відвідують рослини, пасіки виводять на посіви з розрахунку 3-4 сім'ї на гектар для покращення перехресного запилення.

Основний спосіб збирання гречки – роздільне збирання. Збирання починають, коли 75-80% рослин гречки набули коричневого кольору. Висота скошування повинна бути встановлена на рівні 15-20 см, і збирання врожаю на такій висоті гарантує, що борозна добре утримується, рослина не торкається землі і швидко висихає.

Згідно з даними досліджень, урожайність гречки коливалася від 0,93 до 3,1 т/га. Найнижчу врожайність було отримано на контрольному сорті (сорт з найменшими витратами на технологію вирощування) – 0,93 т/га, тоді як при використанні технології, що передбачає застосування додаткових продуктів, дозволених в органічному виробництві, врожайність зросла на 2,45 т/га. Максимальна врожайність була отримана за інтенсивної технології – 2,70 т/га.

При характеристиці врожайності культур за використання технологій із застосуванням додаткових продуктів, дозволених в органічному землеробстві, слід зазначити, що ці продукти вносили тричі за вегетацію з інтервалом 15-20 днів. За цих умов урожайність коливалася від 1,05 до 2,7 т/га. Максимальна врожайність була досягнута при застосуванні Фітбест Універсал разом з мікроелементами – 2,70 т/га (рис. 1).

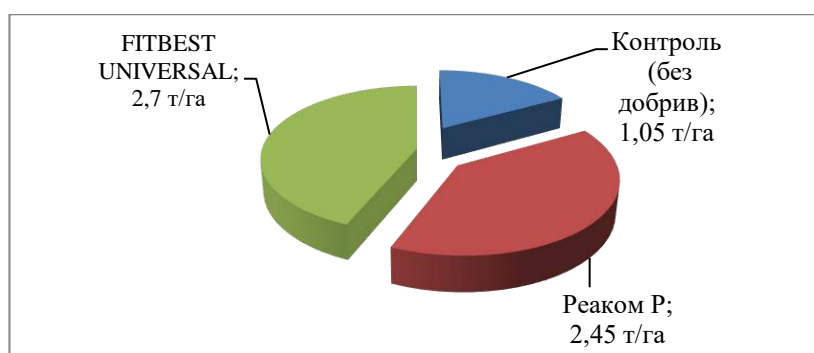


Рис. 1. Вплив біопрепаратів на урожайність гречки, т/га.

Органічне виробництво для подальшого розвитку в Україні необхідно збільшити площу незабруднених хімікатами земель, створити умови для стимулювання сільськогосподарських виробників, розробити національну систему сертифікації органічної продукції, забезпечити державний контроль за якістю органічної продукції, забезпечити конкурентоспроможність вітчизняної

органічної продукції на міжнародному та внутрішньому ринках популяризація та поширення вітчизняного та міжнародного досвіду органічного виробництва. Ці заходи сприятимуть подальшому розвитку органічного виробництва в Україні.

Застосування технології використання додаткових продуктів в органічному виробництві дозволило підвищити врожайність гречки на 1,65 т/га порівняно з контрольними ділянками.

Висновки. Характеризуючи природно-кліматичний та ресурсний потенціал нашої країни, слід зазначити, що Україна має можливість зайняти значну ринкову нішу серед виробників органічної сільськогосподарської продукції.

Продукти, виготовлені відповідно до вимог органічного землеробства, користуються великою популярністю як у країнах Європи, так і на внутрішньому ринках.

Для подальшого розвитку органічного виробництва в Україні необхідно розширити площі зарахунок використання не забруднених хімічними речовинами земель, створити сприятливі умови для сільгоспвиробників, розробити національну систему розвитку сертифікації органічної продукції.

Забезпечити національний контроль якості органічної технології на міжнародному та внутрішньому ринках. Поширення досвіду органічного виробництва всередині країни та закордоном, сприяти використанню органічних продуктів. Побудувати розгалужену мережу для продажу на внутрішньому та міжнародному ринках. Ці заходи сприятимуть подальшому розвитку органічного виробництва в Україні.

Показано, що використання прийомів із застосуванням допоміжних продуктів в органічному виробництві підвищує врожайність гречки на 1,65 т/га порівняно з контрольною ділянкою.

Список використаної літератури

1. Органічне виробництво в Україні: реалії та перспективи. Agronews. Головні аграрні питання. URL: <https://agronews.ua/node/75635> (дата звернення 17.03.2024 р.)

2. Мамалига С.В., Гловюк А.С. Розвиток ринку органічної продукції в Україні. Ефективна економіка. 2016. №11. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5245> (дата звернення 15.03.2024 р.)

3. Офіційний сайт Міністерства аграрної політики та продовольства України. URL: <http://minagro.gov.ua/> (дата звернення 13.03.2024 р.)

4. Органік в Україні. Федерація органічного руху України. URL: <http://www.organic.com.ua/uk/homepage/2010-01-26-13-42-29>. (дата звернення 17.03.2024 р.)

5. Колісник О.М. Створення простих гібридів кукурудзи з різною стійкістю до хвороб і шкідників. Зрошуване землеробство. Херсон, 2019. Вип. 71. 71-75 с.

6. Паламарчук В.Д., Климчук О.В., Поліщук І.С., Колісник О.М. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур:

навч. посібник. Вінниця, 2010. 680 с.

7. Kolisnyk O.M, Kolisnyk O.O, Vatamaniuk O.V, Butenko A.O, Onychko V.I, Onychko T.O., Tubovyk V.I, Radchenko M.V, Ihnatieva O.L, Cherkasova T.A. Analysis of strategies for combining productivity with disease and pest resistance in the genotype of basebreeding in soft maize in the system of diallele crosses. *Modern Phytomorphology*. 2020. №14 p. 49-55.

8. Паламарчук В.Д., Колісник О.М. Stalk lodging resistance of corn hybrids depends on the planting date. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019 №15. С. 94-110.

9. Колісник О.М. Оцінка генотипів кукурудзи за стійкістю до шкодочинних об'єктів в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. №13. 2019. С. 143-153.

10. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця, 2020. 535 с.

11. Колісник О.М. Вплив технологічних прийомів вирощування на ріст і розвиток ячменю ярого в умовах Лісостепу правобережного ВНАУ. *Сільське господарство та лісівництво* №16. 2020. С.89-107.

Надія СМАЛЬ¹⁹,
студентка 2-го курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

УПРАВЛІННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯМ У САДОВИХ КОМПЛЕКСАХ: ЗБЕРЕЖЕННЯ РІЗНОМАНІТНОСТІ РОСЛИННОГО СВІТУ

***Анотація.** Управління біорізноманіттям у садових комплексах має велике значення для збереження різноманітності рослинного світу. Ця стаття досліджує різноманітні аспекти управління, включаючи використання екологічно чистих методів догляду за рослинами, збереження місцевих сортів, вирощування ендемічних видів та впровадження програм збереження загрозливих для вимертве рослин. Дослідження спрямоване на пошук оптимальних практик для забезпечення балансу між господарськими потребами та збереженням біорізноманіття. Результати цієї роботи можуть бути корисними для ландшафтних архітекторів, садівників та екологів, сприяючи створенню стійких та естетично привабливих садових комплексів, що сприяють збереженню природного середовища.*

***Ключові слова:** біорізноманіття, різноманітність, екосистеми, ландшафт, відновлення, інформування, стратегії, збереження, управління.*

¹⁹Науковий керівник: Малик В.М., викладач кафедри української та іноземних мов ВНАУ.

Annotation. *Management of biodiversity in garden complexes is of great importance for preserving the diversity of the plant world. This article explores various aspects of management, including the use of environmentally friendly plant care methods, preservation of local varieties, cultivation of endemic species, and implementation of programs to conserve endangered plant species. The research aims to find optimal practices to balance commercial needs with biodiversity preservation. The findings of this work may be valuable for landscape architects, gardeners, and ecologists, facilitating the creation of resilient and aesthetically appealing garden complexes that contribute to the preservation of the natural environment.*

Key words. *Biodiversity, Diversity, Ecosystems, Landscape, Restoration, Awareness, Strategies, Conservation, Management.*

Вступ. Управління біорізноманіттям у садових комплексах є ключовим для збереження багатого різноманітності рослинного світу. Ця стаття ставить перед собою важливе завдання зі збалансування консерваційних заходів із практичними завданнями, які необхідно виконувати для сталого управління садами.

Останні дослідження та публікації підкреслюють важливість використання екологічно чистих методів догляду за рослинами, збереження місцевих сортів та культивування ендемічних видів для запобігання втрати біорізноманіття. Незважаючи на ці досягнення, існують нерозв'язані питання, особливо щодо інтеграції консерваційних практик у стратегії управління садами.

Мета цієї статті – заповнити існуючі прогалини в розумінні складної взаємодії між збереженням біорізноманіття та практичними завданнями садового господарювання [1]. Синтезуючи недавні дослідження, ця стаття має на меті визначити ефективні стратегії для збереження біорізноманіття в садових комплексах, ідентифікувати виклики, пов'язані з впровадженням цих стратегій, та запропонувати практичні рішення для їх вирішення. Через це дослідження ставить за мету надати цінні уявлення для ландшафтних архітекторів, садівників та зберігачів природи, сприяючи створенню стійких та екологічно живих садових середовищ.

Виклад основного матеріалу. Біорізноманіття відображає різноманітність живих організмів – рослин, тварин і мікроорганізмів, які існують у конкретній екосистемі чи на певній території. Це поняття включає в себе різноманітність видів, генетичну різноманітність та різноманітність екосистем. Різноманіття рослин, зокрема, охоплює широкий спектр видів, різноманітних форм та типів рослин, що населяють певну територію або екосистему [3].

Рослини є основою біорізноманіття, оскільки вони створюють базовий елемент екосистем, забезпечуючи життєво важливі функції, такі як фотосинтез, утримання ґрунтового покриву, захист від ерозії та надання життєвого простору для інших організмів. Рослини забезпечують кисень для дихання, їжу для

тварин і людей, а також впливають на клімат, водний цикл та інші аспекти природного середовища. Значення різноманітності рослин для екосистем полягає в підтримці стабільності та продуктивності екосистеми. Різноманітність рослин забезпечує різноманіття живих організмів, що підтримує здоров'я екосистеми та робить її більш стійкою до змін у середовищі, таким як зміни клімату або втручання людини. Крім того, різноманітність рослин має важливе значення для забезпечення продуктивності екосистеми, наприклад, шляхом полінізації, запилення та утримання рівноваги між різними елементами харчового ланцюжка.

Садові комплекси мають значний вплив на місцеве та глобальне біорізноманіття, як позитивний, так і негативний. Розглянемо їх детальніше:

- У деяких випадках садові комплекси можуть слугувати місцем збереження місцевих видів рослин [2]. Завдяки утриманню та вирощуванню цих видів у садах може бути підтримано їхнє численність та різноманіття.

- Створення різноманітних ландшафтів у садах може сприяти формуванню нових екосистем та привертанню різноманітності рослин та тварин, що покращує біорізноманіття у відповідних регіонах.

- Садові комплекси можуть виконувати функцію освіти та свідомості про біорізноманіття, привертаючи увагу до важливості збереження різноманітності рослин та допомагаючи розповсюдженню знань.

- Деякі садові комплекси можуть використовувати екзотичні рослини, які є інтродукованими та можуть конкурувати з місцевими видами, що призводить до зменшення їхнього числення та різноманітності.

- Розширення садових комплексів може спричиняти втрату природних середовищ, що в результаті призводить до зниження біорізноманіття у відповідних регіонах.

- Недбале використання хімічних добрив та пестицидів у садах може призводити до забруднення ґрунту, водойм та повітря, а також до знищення місцевих видів рослин та тварин.

Узагальнюючи, садові комплекси мають значний вплив на біорізноманіття, і важливо враховувати як позитивні, так і негативні наслідки їхньої діяльності для збереження та підтримки біорізноманіття у всьому світі [4].

Садово-паркове господарство є важливим елементом міського середовища, де розміщення садів, парків, скверів та інших зелених зон відіграє ключову роль у збереженні біорізноманіття та створенні зон відпочинку для місцевого населення. Збереження та відновлення різноманітності рослинного світу у таких об'єктах вимагає комплексного підходу та розгляду різних аспектів.

По-перше, важливо використовувати місцеві та ендемічні види рослин при озелененні садових комплексів. Це сприяє створенню екосистем, які адаптовані до місцевих умов та забезпечують поживність та притаманність дикої флорі та фауни. Додатково, використання місцевих рослин допомагає у збереженні унікальних екосистем, характерних для певних регіонів.

По-друге, екологічно орієнтовані дизайни садових комплексів відіграють важливу роль у збереженні та відновленні різноманітності рослин. Вони передбачають використання природних матеріалів, створення біотопів для різних видів рослин та тварин, а також створення природних елементів, таких як озера, струмки та гірки. Це сприяє формуванню біологічно різноманітних екосистем та підтримує стійкість середовища.

По-третє, відновлення природних екосистем у садових комплексах є важливою складовою зусиль збереження рослинного біорізноманіття. Це може включати відновлення місцевих лісів, боліт, лукальних екосистем та інших природних біотопів, що дозволяє повернутися різноманітності рослин та тварин, які були втрачені через людську діяльність.

Крім того, підтримка біологічного різноманіття у садових комплексах включає заходи для захисту різних видів рослин від шкідників та хвороб, створення умов для життєдіяльності комах-запилювачів та інших корисних організмів [5], а також забезпечення різноманіття рослин у різних зонах саду чи парку.

Садово-паркове господарство відіграє ключову роль у збереженні та відновленні різноманітності рослинного світу. Це досягається за допомогою різноманітних методів та практик, які сприяють формуванню екологічно збалансованих та естетично привабливих середовищ для життя різних видів рослин та тварин.

Управління біорізноманіттям у садових комплексах є важливою складовою для збереження та розвитку різноманітності рослинного світу. Цей процес включає в себе розгляд різноманітних аспектів, що стосуються екологічної рівноваги, стійкості екосистем та забезпечення життєвого середовища для різних видів рослин. Управління біорізноманіттям передбачає аналіз різноманіття рослин та їхнього середовища існування, включаючи вивчення видового складу, генетичної різноманітності та екологічних взаємозв'язків. Під час цього аналізу враховуються також фактори, що можуть впливати на біорізноманіття, такі як зміни клімату, забруднення довкілля, інтродукція іноземних видів та інші антропогенні чинники.

На основі цього аналізу розробляються стратегії та плани дій для збереження та підтримки біорізноманіття. Ці стратегії можуть включати в себе створення спеціальних зон для збереження рідкісних видів, відновлення та захист природних біотопів, контроль за поширенням інвазивних видів, розвиток устойливого садового управління та інші заходи.

Одним з важливих аспектів управління біорізноманіттям є збереження місцевих та ендемічних видів рослин. Це може включати в себе використання цих видів у ландшафтному дизайні, проведення програм збереження рідкісних та вразливих видів, а також ведення досліджень їхнього статусу та поширення. Досягнення успіху в управлінні біорізноманіттям вимагає також постійного моніторингу та оцінки результатів [6]. Це дозволяє вчасно виявляти проблеми та коригувати стратегії для досягнення найкращих результатів. Крім того, важливо залучати місцеву спільноту та проводити освітню роботу щодо важливості збереження біорізноманіття та її впливу на якість життя.

Узагальнюючи, управління біорізноманіттям у садових комплексах вимагає ретельного аналізу, стратегічного планування та постійного моніторингу. Це складний процес, але він є важливим для збереження різноманітності рослин та збалансованого функціонування екосистем.

Виявлення основних викликів та перешкод у збереженні рослинного біорізноманіття у садових комплексах є критичним кроком для розробки ефективних стратегій управління. Деякі з основних викликів та перешкод включають:

1. Забудова та розширення сільськогосподарських земель призводять до втрати природних біотопів, що призводить до втрати рослинних видів та їхніх середовищ існування.

2. Введення іноземних видів рослин може призвести до зміни екосистемних балансів, конкуренції з місцевими видами та виникнення екологічних дисбалансів.

3. Забруднення ґрунтів, водойм та повітря хімічними речовинами може негативно впливати на здоров'я та рост рослин, а також на біорізноманіття в цілому.

4. Зміни клімату можуть впливати на розподіл рослинних видів, змінюючи їхні місця існування та структуру екосистем.

5. Несистемна експлуатація та вирубка лісів і природних місць може призвести до втрати біорізноманіття та зруйнування середовища існування рослинних видів.

Для подолання цих проблем необхідно прийняти комплексний підхід, що включатиме охорону природних місць, контроль за введенням іноземних видів, зменшення забруднення довкілля, адаптацію до змін клімату та створення охоронних зон [7]. Ці заходи сприятимуть збереженню рослинного світу у садових комплексах та збалансованому розвитку екосистем для майбутніх поколінь.

Україна також має свої приклади успішних проектів зі збереження та відновлення різноманітності рослин у садових об'єктах [6]. Розглянемо декілька з них:

1. Національний парк «Сколівські Бескиди» (рис. 1) в Україні активно займається збереженням та відновленням різноманітності рослин у своєму територіальному просторі. Одним із ключових напрямків є проведення інвентаризації та моніторингу флори та фауни, що дозволяє збирати дані про наявні види рослин та їх стан.

Крім того, парк впроваджує програми збереження рідкісних та ендемічних видів рослин, які передбачають заходи з охорони та відновлення середовищ існування для цих видів. Це може включати в себе заходи з розповсюдження насіння, відновлення природних біотопів, а також контроль за поширенням інвазивних видів. Крім того, парк активно працює над відновленням пошкоджених екосистем та біотопів, що відбувається через проведення робіт з рекультивації та ландшафтного озеленення. Це сприяє відновленню природного середовища для рослин та створенню сприятливих умов для їхнього розвитку. Усі ці заходи спрямовані на збереження та

відновлення різноманітності рослин у національному парку «Сколівські Бескиди» та покращення екологічного стану його території.



Рис. 1 Національний парк «Сколівські Бескиди»

2. Національний парк «Голосіївський» (рис. 2) в Україні впроваджує ряд заходів для збереження та відновлення різноманітності рослин у своєму територіальному просторі. Створення ботанічного саду з колекцією місцевих та ендемічних видів рослин є одним із ключових напрямків діяльності парку. Цей сад створює унікальну можливість зберегти та демонструвати багатство рослинного світу регіону, а також здійснювати дослідження та освітню роботу щодо збереження природної різноманітності.

Крім того, парк займається вирощуванням та відновленням рідкісних та загрожених видів рослин у спеціальних зонах, призначених для охорони цих видів. Це включає в себе відтворення природних умов для цих рослин, проведення робіт з рекультивації та захисту від шкідників та хвороб.

Парк також активно проводить наукові дослідження з екології та збереження природних ресурсів, що сприяє підвищенню рівня наукового розуміння процесів, що відбуваються у природному середовищі парку, та розробці ефективних стратегій збереження біорізноманіття.



Рис. 2. Національний парк «Голосіївський»

3. «Ботанічний сад Національного університету біоресурсів і природокористування України» у Києві є визначним центром для вивчення та збереження рослинного різноманіття. Цей сад налічує понад 10 тисяч видів рослин з усіх куточків світу, представлені як у відкритих територіях, так і у скляних та поліетиленових парниках.

Основна мета цього ботанічного саду – це збереження, вивчення та відтворення різноманітності рослин. Для досягнення цієї мети здійснюється систематичний збір, зберігання та дослідження різноманітних видів рослин. Багато з цих видів є рідкісними та загрозеними, тому їх збереження є особливо важливим завданням. У саду також проводиться значна наукова діяльність, включаючи дослідження біології рослин, їхніх екологічних взаємин та потенційного використання в сільському господарстві, медицині та інших галузях. Ці дослідження допомагають розширити наші знання про рослинний світ і сприяють розробці нових методів збереження та використання рослинних ресурсів.

Окрім наукової роботи, «Ботанічний сад Національного університету біоресурсів і природокористування України» активно взаємодіє з громадськістю, проводячи екскурсії, лекції та інші освітні заходи. Це допомагає поширити усвідомлення про важливість збереження рослинного різноманіття та природних екосистем серед громадськості, особливо серед молоді.

Загалом, «Ботанічний сад Національного університету біоресурсів і природокористування України» відіграє важливу роль у збереженні та вивченні рослинного світу, сприяючи як науковим дослідженням, так і освітній діяльності(рис. 3).



Рис. 3. Ботанічний сад Національного університету біоресурсів і природокористування України у Києві

4. Ботанічний сад ім. Гришка в Львові дійсно є одним з найстаріших та найпрестижніших у місті. Заснований у 1852 році, він став не лише місцем відпочинку та краси для львів'ян та гостей міста, але й важливим центром для збереження та дослідження різноманітності рослинного світу(рис. 4).

У ботанічному саду зібрано значну кількість рідкісних та екзотичних рослин з різних куточків світу. Тут можна побачити представників флори з різних екосистем, від тропічних до помірних широт. Сад має спеціалізовані секції, присвячені конкретним видам або групам рослин, такі як тропічний сектор, альпійський сад, колекція рідкісних дерев тощо.

Основна мета ботанічного саду ім. Гришка – це збереження та відновлення різноманітності рослинного світу. Він активно займається науково-дослідницькою роботою, де вивчаються властивості та особливості різних видів рослин, а також ведеться робота з їх збереження та розмноження. Крім того, сад активно працює над освітньою діяльністю, організовуючи екскурсії, лекції, майстер-класи та інші заходи для відвідувачів будь-якого віку.



Рис 4. Ботанічний сад ім. Гришка у Львові

Висновки. Підводячи підсумок, можна зазначити, що управління біорізноманіттям у садових комплексах відіграє важливу роль у збереженні різноманітності рослинного світу та підтриманні екологічної рівноваги. Дослідження в цій області включає аналіз впливу садових комплексів на біорізноманіття, розробку стратегій збереження та відновлення різноманітності рослин, виявлення викликів та перешкод, а також представлення успішних практик та проєктів.

Важливо враховувати значення біорізноманіття для стабільності екосистем та забезпечення життєво важливих екологічних послуг. Розуміння і впровадження оптимальних методів управління може сприяти покращенню стану рослинного світу у садових комплексах, забезпечуючи збереження природного середовища для майбутніх поколінь.

Дослідження та практичні заходи, здійснювані в цій сфері, важливі для збереження біорізноманіття та створення стійких та естетично привабливих садових комплексів, які сприяють збереженню природного середовища.

Список використаної літератури

1. Голубець М. А. Біотична різноманітність і наукові підходи до її збереження: Львів: Ліга-Прес, 2003. 33 с.
2. Гродзинський М. Д. Основи ландшафтної екології: Київ : Либідь, 2019. 224 с.
2. Гродзинський Д. М., Шеляг-Сосонко Ю. Р. та ін. Проблеми збереження та відновлення біорізноманіття в Україні: Київ, 2001. 104 с.
3. Збереження біорізноманіття України: Друга національна доповідь . К.: Хімджест, 2003. 112 с.
4. Патица В. П., Соломаха В. А., Бурла Р. І. та ін. Перспективи використання, збереження та відтворення агробіорізноманіття в Україні. К.: Хімджест, 2003. 256 с.
5. Плани заходів щодо збереження популяцій видів флори та фауни, що занесені до Червоної книги України та в інші міжнародні Червоні переліки, в межах установ природно-заповідного фонду. Х.: Райдер, 2006. 160 с.
6. Шеляг-Сосонко Ю. Р., Дубина Д. В., Макаренко Л. П. та ін. Збереження і невиснажливе використання біорізноманіття України: стан і перспективи. К.: Хімджест, 2003. 243 с.

Дмитро ДОВГАНЬ²⁰,
студент 3 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ДО НЕМАТОДИ СОРТІВ КАРТОПЛІ

Анотація. Ґрунтові нематоди активно впливають на структуру та склад ґрунту. Вони можуть зменшити родючість ґрунту та викликати його деградацію, що є серйозною загрозою для стійкого сільськогосподарського виробництва. Розуміння впливу нематод на картоплю та ґрунт стає критично важливим завдяки постійному зростанню популяцій цих шкідників і зміні умов вирощування картоплі. Для забезпечення продовольчої безпеки та ефективного використання земельних ресурсів необхідно розробляти та впроваджувати інтегровані методи боротьби з нематодами, що включають біологічні, хімічні та агротехнічні методи.

У статті наведено результати досліджень з вивчення впливу нематод на картоплю та ґрунт, а також проаналізовано ефективні методи контролю цих шкідників для підтримки стійкого та продуктивного вирощування картоплі.

Annotation. Soil nematodes actively affect the structure and composition of the soil. They can reduce soil fertility and cause soil degradation, which is a serious threat to sustainable agricultural production. Understanding the effects of nematodes on potatoes and soil is becoming critical due to the constant growth of nematode populations and changing potato-growing conditions. To ensure food security and efficient use of land resources, it is necessary to develop and implement integrated nematode control methods that include biological, chemical and cultural strategies.

The article presents the results of research on the impact of nematodes on potatoes and soil, and also examines effective methods of controlling these pests to support sustainable and productive potato cultivation.

Вступ. Картопля є основною бульбо плідною культурою, яка має оптимальне фізіологічне значення співвідношення білків та вуглеводів для людського організму. В Україні картоплю вирощують в основному на присадибних ділянках, середня її врожайність дорівнює 19,5 т/га. Великий асортимент сучасних сортів дозволяє використовувати картоплю в продовольчому, кормовому, технічному та чіпсовому напрямі. Ця культура відзначається високою адаптивністю до різних ґрунтових та кліматичних умов, що дозволяє їй бути поширеною в усіх регіонах України [1, 2].

²⁰Науковий керівник: Неїлик М.М., к. с.-г. наук, доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ

Середній рівень споживання картоплі однією людиною орієнтовно становить 140-148 кг на рік. Споживання картоплі залишається стабільним, бо ця культура за ціною є одною із найбільш доступною для населення [3, 4].

Однією із причин щорічного недобору врожаю картоплі є картопляна нематода, яка істотно збільшує свою шкодочинність в умовах монокультурного вирощування цієї культури. Серед видового складу нематоди виділяють золотисту (*Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Behrens), бліду нематода (*Globodera pallida* (Stone) Behrens) та стеблову (*Ditylenchus destructor* Thorne) [5-7].

Картопляна нематода здатна знижувати врожай картоплі на 30-90%, а основні симптоми їх поширення на рослині: відставання у розвитку і росту, втрати товарного вигляду і цінності рослин та збільшення сприйнятливості до хвороб, і негативних факторів середовища, а саме погіршення розвитку рослини, її кореневої системи, що дає початок або підсилення деградаційних процесів в ґрунті.

Виклад основного матеріалу. Динаміка поширення золотистої картопляної нематоди в Україні на початку 2022 року вона була присутня в 15 областях, але на 3 області менше ніж у 2020 році. Загальна площа поширення нематоди на початку 2022 році становить 3031 га, 69% площі являється присадибними ділянками, натомість у 2016 році загальна площа займала 4687,6 га, серед яких 86,8% займали присадибні ділянки.

Ґрунтові нематоди поділяють на мігруючі (вільноживучі) і осілі типи. Сидячі типи, такі як цистоподібні нематоди (види *Globodera*), характеризуються тим, що вони постійно прикріплюються до коренів рослин-господарів, коли вони починають харчуватися та розмножуватися. Тоді як, вільноживучі типи, такі як голчасті нематоди (*Longidorids*), кореневі нематоди (*Trichodorids*) і нематоди з пошкодженням коренів (*Pratilenchids*).

Система ефективної боротьби із нематодами досить складна у зв'язку із особливостями біології цих паразитів, оскільки вони знаходяться в ґрунті, мають не тривалий життєвий цикл, високий коефіцієнт розмноження, що створює цілі колонії, стійкі до значної кількості хімічних речовин (нематоцидів). Такі заходи необхідно ретельно планувати, рекомендується використовувати комплексне поєднання заходів контролю (інтегроване управління), зокрема: правильна діагностика видів та ізоляція нематод, встановлення щільності популяції нематод, оцінка ефективності конкретних методів контролю.

До біологічних методів контролю поширення нематод на посівах картоплі відноситься сівозміна. Зокрема використання чергування сільськогосподарських культур сприяє скороченню популяції золотистої нематоди. Особливо яскраво це спостерігається при дотриманні періоду повернення картоплі на попереднє місце вирощування через шість років.

Важливим фактором стійкості до нематоди сортів картоплі є їх генетична характеристика. Сорти картоплі, які стійкі до нематод, запобігають розвитку більшості нематод дорослих особин і, отже, зменшує збільшення популяції,

зазвичай викликане посадкою рослини-господарі. Використання сортів з високою стійкістю дозволяє досягти пригнічення розвитку нематод та зменшити використання хімічних обробок. Стійкість сортів картоплі до нематод має вузьку норму реакції, тобто рідко коли поєднується стійкість одного сорту до декількох видів нематод.

Важливе значення у контролі поширенні нематод мають агротехнічні заходи, такі як ретельне знищення бур'янів, рослинних решток, використання незараженого насінневого матеріалу.

Можна також використовувати рослини-пастки, які здатні ініціювати вилуплення яєць нематод із попереднім запобіганням завершенню циклу шляхом знищення господаря. Для боротьби із нематодами також застосовують рослини-антагоністи, які негативно впливають на зараження ними.

Ефективними методами є використання хімічних речовин, або нематоцидів. Тривалий час збереження інцистованих яєць створює особливу проблему для контролю цистоподібних нематод. Польові дослідження, під час яких *Solanum sisymbriifolium* (пасльон липкий) викликає вилуплення *Globodera*, які не можуть завершити свій життєвий цикл на *S. sisymbriifolium*, демонструють, що індукція вилуплення за відсутності чутливих господарів ефективно зменшує щільність спочиваючих життєздатних цист у ґрунті. Кореневі екsudати рослин картоплі, які зазнали впливу попелиці *Myzus persica*, зменшує вилуплення яєць і перешкоджає експресії генів цист у *Globodera pallida*.

Метилсаліцилат і саліцилова кислота із корневих виділень рослин відіграють важливу роль у захисті рослин картоплі від багатьох патогенів, а бензоксазиноїди є антагоністичними щодо комах-шкідників і грибкових патогенів. Етилен ефективно відлякує галлових нематод, тоді як принаймні деякі цистоподібні нематоди приваблюються етиленом. На полях, заражених обома типами нематод, етилен може, з одного боку, зменшити зараження кореневими нематодами, але з іншого боку звільнити цистоподібні нематоди від конкуренції з боку корневих нематод.

Різноманітність рослинних метаболітів у коренях і виділення з коренів у ризосферу впливають на поведінку, розвиток, розмноження та навіть виживання нематод. Вивчення хімічних взаємодій між корінням рослин і нематодами-паразитами рослин може стати основою для нових стратегій без використання пестицидів для зменшення шкоди врожаю та втрат від паразитичних нематод рослин.

Висновки. Монокультурне вирощування картоплі є одним із найбільш негативним фактором поширення картопляної нематоди. Найбільш поширеними видами нематод є золотиста, біла та стеблова картопляна нематоди, саме вони спричиняють порушення росту і розвитку рослин шляхом «висмоктування» поживних речовин з рослини та деградації ґрунтів за рахунок порушення мікробіологічного складу.

Основними методами контролю поширення нематод є: система сівозмін, підбір нематодо-стійких сортів, використання рослин-пасток та рослин

антогоністів, системи агротехнічних заходів та використання хімічних препаратів (фумігаторів ґрунту).

Список використаних джерел

1. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Єрмакова Л.М., Каленська С.М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин. Вінниця: ФОП Данилюк, 2013. 636 с.

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

3. Вплив корневих метаболітів на ґрунтові нематоди: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.01792/full>

4. Неїлик М.М., Лутковська С.М., Ткачук О.П., Циганський В.І. Нематода: біологія, моніторинг, захист і нормативна база: монографія. Вінниця: ТВОРИ, 2023. 260 с.

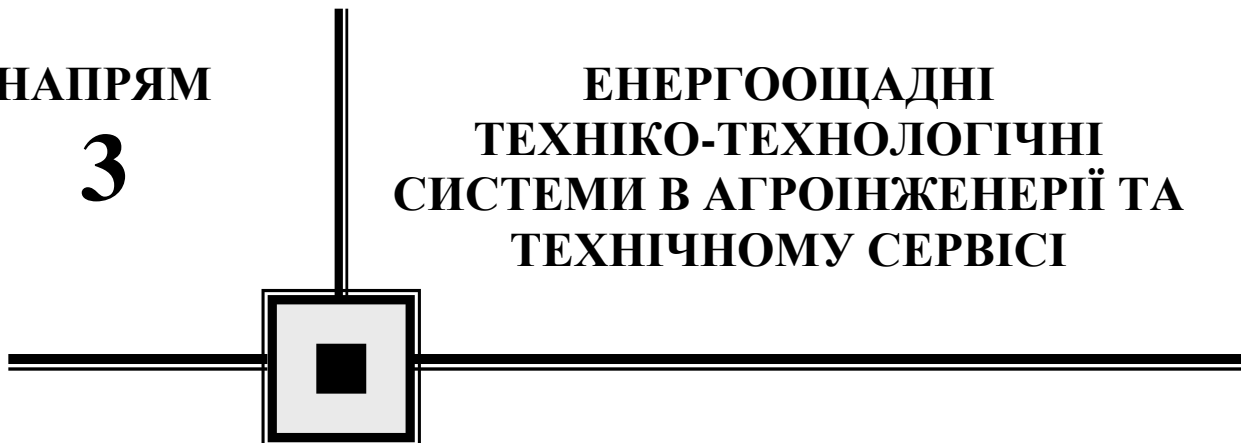
5. Зея Г. В., Мельник П.О., Олійник Т. М., Пилипенко Л. А. Нематодостійкі сорти картоплі: відбір у західному регіоні України. *Карантин і захист рослин*. 2012. №1. С.14-15

6. Зея Г. В., Олійник Т. М., Зея А. Г., Гунчак В. М., Пилипенко Л. А. Методика оцінки та відбору селекційного матеріалу картоплі стійкого до раку *Synchytriumendobioticum* (Schilb.) Perc., гармонізована з вимогами ЕС". Чернівці: Прут, 2015. 24 с.

6. Сігарьова Д. Д., Федюк О. М. Оцінка стійкості селекційного матеріалу картоплі проти золотистої картопляної нематоди *Globodera rostochiensis* Woll. *Карантин і захист рослин*. 2014. № 5. С. 5-10.

НАПРЯМ
3

ЕНЕРГООЩАДНІ
ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ
СИСТЕМИ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА
ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ



Daryna PAVLYUK¹,
3rd year student,
Faculty of Engineering and Technology,
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine

**WIND ENERGY: GREAT POTENTIAL AND TECHNOLOGICAL
PROGRESS**

***Annotation.** The aim of this report is to provide an update of the state of the art of wind energy technology. This includes onshore wind, offshore wind and when available selected findings on lower technological readiness level wind technologies (eg research and innovation information on eg airborne wind energy systems, vertical axis wind turbine, downwind rotors among others and winder). It provides an analysis of research and development trends focusing particularly on the technological progress made in EU-funded research until the end of 2021 in view of the SET-Plan targets.*

***Key words:** Wind energy, turbines, farms, resources, conditions, energy, rotors, wind power, wind energy technologies, energy consumption.*

***Анотація.** у цій статті розглядається надання оновленої інформації про сучасні технології вітрової енергії. Це включає береговий вітер, офшорний вітер і, якщо доступно, вибрано висновки щодо нижчого рівня технологічної готовності вітрових технологій (наприклад, інформація про дослідження та інновації щодо напр. бортові вітроенергетичні системи, вітряні турбіни з вертикальною віссю, ротори, що рухаються вниз, серед іншого та вітрогенератори). Це забезпечує аналіз тенденцій досліджень і розробок, зосереджуючись, зокрема, на технологічному прогресі, досягнутому в дослідженнях, що фінансуються ЄС, до кінця 2021 року з огляду на цілі Плану SET.*

***Ключові слова:** вітрова енергія, вітрові турбіни, ресурси, умови, вітроенергетика, ротори, вітроенергетичні технології, споживання енергії.*

¹Head S.A. Burlaka, Ph.D., senior lecturer of the Department of Technological Processes and Equipment of Processing and Food Industries.

Introduction. Wind energy is one of the most promising and rapidly growing branches of modern energy. Due to its great potential and unparalleled advantages compared to other energy sources, it attracts the attention of researchers, engineers and investors from all over the world.

First of all, wind energy is an energy source that does not pollute the environment. Using wind to generate electricity does not emit harmful emissions or cause the environmental problems associated with conventional energy sources such as coal or oil. In addition, wind farms can be located both on land and at sea, which opens up wide opportunities for their development in different regions.

Technological progress in the field of wind energy is also impressive. Modern wind turbines have become much more efficient and reliable, capable of generating large amounts of electricity with minimal maintenance costs. In addition, the development of data warehouses and artificial intelligence algorithms allows to optimize the operation of wind farms, ensuring their more efficient use.

Overall, wind energy represents a promising industry that can become a key component of the transition to a more sustainable and environmentally friendly energy system. With continued technological progress and support for socio-economic initiatives, it can play a significant role in providing the world with clean and reliable energy in the future.

Presenting main material. *Modern technologies and future developments and trends:* Modern large-scale onshore and offshore wind turbines have a horizontal axis, three turbine blades. These wind turbines have reached commercial readiness and use standardized/large-scale components such as steel/concrete towers, upwind rotor (including three blades, turning system, angle control and transmission system). In addition, offshore wind turbines that have reached commercial readiness can be built on various types of bottom anchored foundations (eg, monopiles, jacks, tripods, three posts, gravity foundations, and suction buckets).

Floating offshore wind is a growing sector that is strengthening Europe's leadership in renewable energy. Floating applications seem to be becoming a viable option for EU countries and regions with deep waters (depths between 50-1000 meters) and may open up new markets such as the Atlantic Ocean, the Mediterranean Sea and possibly the Black Sea. By the end of 2021, EU member states have deployed 27 MW of floating offshore wind installations in EU sea basins, while the global cumulative installed capacity is approximately 123 MW. The main distinguishing feature [5].

A criterion in several floating structures is the substructure used to provide buoyancy and stability (types include Spar-buoy, Semi-Submersible, Tension-leg Platform (TLP), Barge or MultiPlatforms substructures). As the technology is still on the way to full commercialization, the concept has not yet prevailed over others; however, especially the spar buoy and semi-submersible concepts have already been deployed in pre-commercial projects in the North Sea and Atlantic Ocean (in 2020, the 25 MW WindFloat Atlantic project was installed off the coast of Portugal, becoming the first semi-submersible floating wind farm).



Fig. 1. The level of technological readiness of the main technologies in wind energy and installed capacities in the EU and the world in 2021 of wind energy generation technologies.

A key factor in the large-scale deployment of marine renewable energy technologies is the efficient transmission and pooling of generated electricity. For long-distance transmission of electricity, high-voltage direct current (HVDC) can be an efficient and economical alternative to alternating current transmission. However, large-scale deployment of offshore HVDC systems will require further technology development to overcome high costs, grid connection requirements and existing operational challenges among operators. The EU aims to install Europe's first multi-terminal multi-supplier HVDC system by 2030[1].

In March 2022, the 2nd Implementation Plan of the SET for Offshore Wind addressed the need for targeted research and development to achieve the EU's offshore wind ambitions. In order to follow this path, the Implementation Plan proposes to support priority research actions on: a) Wind Turbine Technology, b) Offshore Wind Farms and System Transformation, c) Floating Offshore Wind Farms and Industrialization of Wind Energy. d) Wind energy operation, maintenance and installation, e) Ecosystem, social. Other wind energy technologies that produce electricity are at a lower level of technological readiness.

On-board wind energy systems (Fig. 2) convert wind energy into electricity using autonomous kites or unmanned aerial vehicles connected to the ground by one or more cables. So far, individual kW-scale AWES have been tested. Compared to conventional wind energy concepts, AWES offers the possibility of using stronger and more stable winds by flying at higher altitudes. In addition, studies in the field claim that AWES offers a resource-saving, low-cost alternative. At this stage, both basic scientific research and long-term investment in commercialization are needed.



Fig. 2. On-board wind energy system

Vertical-axis wind turbines (Fig. 3) use a vertical shaft around which a rotor rotates. Due to their low speed and high torque, they are less efficient than conventional horizontal-axis wind turbines, but the technology may gain momentum through hybridization with floating devices (wave-wind energy) or small-scale wind applications.



Fig. 3. Wind turbines with a vertical axis

Wind rotors have the potential to be a new technology, as conventional (upwind) wind turbines continue to grow aggressively in size and may reach limits in terms of maximum allowable blade tip deflection to avoid collision with the tower, which is less of a concern for wind turbines. Still, research challenges for downwind rotors remain, especially regarding noise, fatigue loads, advanced controls, highly pitched rotors, more accurate aerodynamic models, and integration into floating offshore wind turbines.

Wind currents rotate the blades of the wind generator (Fig. 4) : they pass through the turbine, which activates it and it begins to rotate. Energy is generated on the turbine shaft, which will be proportional to the wind flow. The stronger the wind, the greater the amount of energy generated. Next, the energy is transmitted along the rotor shaft to the multiplier (if there is one), which creates it. Consider that devices without a multiplier, which accelerates the rotation of the axis, are more productive, because excess energy is not created and, accordingly, not wasted, and the wind speed is quite sufficient for the optimal operation of the wind generator. The generator converts mechanical energy into electrical energy.

Wind turbine power is measured by the "swept" area of the turbine. The larger the size of the blades, the more power it creates. The power of the wind generator is calculated based on the cubic dependence of the wind speed.

Example:

If a wind stream with a speed of n creates a power of 100 W, then a stream with a value of $n+1$ will create a power of 300 W, but $n+2$ - already 900 W.

Therefore, if the size of the turbine is not large, then a very strong wind flow is needed for the power to be high, and vice versa - a large turbine can produce the same power with a weaker wind.

But in order for the operation of the wind generator to be balanced and produce the required amount of energy, it is necessary to correctly calculate all the necessary parameters of the wind power plant at the design stage.



Fig. 4. Wind generators

A small household wind turbine with a vertical axis of rotation (Fig. 5) is mainly used to power small loads. They are usually installed in urban areas, on the roofs of buildings. Vertical wind turbines are located where traditional wind power plants with a horizontal axis of rotation cannot be used due to the lack of technical mounting capabilities. Small vertical wind generators can provide electricity to household appliances such as lighting, sensors, alarm devices. Sometimes they are used to maintain power during power outages in the general network, to maintain voltage in uninterruptible power supply systems (UPS). Vertical wind turbines can be used on holiday resorts, where there is no need for guaranteed uninterrupted power supply, and aesthetic factors are taken into account. Due to their characteristic appearance, they can be part of the object of advertising. They are well combined with advertising tables, banners or signs. A small vertical wind turbine can provide low voltage household appliances such as 24V DC [2].

The smallest power with a vertical axis of rotation (less than 500 W) is better not to be used in practice. The amount of energy they can produce, installed in places where the wind is not at its best, is negligible. Therefore, if someone wants to actually produce electricity, and not just please the eye for reasons of innovation, we offer small vertical windmills with a power of 500 W [3].

It is possible to determine whether a windmill belongs to the group of small ones depending on the size of the blades. If the diameter of the rotor does not exceed 2.5 m, we assume that these are small wind turbines.



Fig. 5. Small household wind turbine

Large household wind turbines with a vertical axis of rotation (Fig. 6) are ideal for powering facilities in urban areas. They can provide electricity, for example, to power the lighting of common areas, buildings or any other type of living space. They are usually installed in cities, where the main criterion is not the maximum power of electricity generation, but the aesthetic appearance for the surrounding infrastructure and the convenience of installation in the area. Vertical windmills can be safely installed on flat roofs of buildings. They are also installed as free-standing installations near the house. Large household wind turbines with a vertical axis of rotation can be used equally both for heating and for alternating current powering of electrical appliances in the building. Together with PV modules, they can be an excellent source of guaranteed power supply during power failures, for example for GSM relays or other key elements of the data transmission system. They can also be used for individual residential buildings, cottage buildings, as an auxiliary power source from the power grid. Due to their characteristic appearance, they can be part of the advertising object. Vertical wind power plants with a vertical axis of rotation can be connected to the general power grid, the so-called on-grid system[4].

How a wind generator works: the principle of wind energy conversion.



Fig. 6. Large domestic wind turbine

Conclusions. In light of the growing need for clean and sustainable energy, wind power is emerging as one of the key sources of the future. Thanks to constant technological progress, it is becoming more accessible and effective. The potential of this type of energy is great, especially in regions with favorable wind conditions. However, further research, innovation and infrastructural changes are needed to fully realize this potential. According to the current development trend, wind energy can play a significant role in ensuring sustainable development and reducing dependence on coal energy sources.

References

1. WIND ENERGY IN THE EUROPEAN UNION: веб. сайт

URL:<file:///C:/Users/%D0%A0%D0%9E%D0%97%D0%9A%D0%9B%D0%90%D0%94/Downloads/kjna31204enn.pdf> (дата звернення 30.03.2024)

2. Wind generators: principle of action, types, application, efficiency: веб. сайт

URL : <https://alterair.ua/stati/vetrogeneratoryi/> (дата звернення 30.03.2024)

3. High power wind turbines: веб. сайт

URL : https://alternative_energy.com.ua/uk/vocabulary/ua_wind_turbines/ (дата звернення 30.03.2024)

4. Kupchuk I., Burlaka S., Galushchak A., Yemchyk T., Galushchak D., Prysiazhniuk Y. Research of autonomous generator indicators with the dynamically changing component of a two-fuel mixture. *Polityka Energetyczna*. 2022. Vol. 25, Issue 2. P. 147–162: веб. сайт

URL:<http://ageng.asu.lt/ae/article/viewFile/198/153> (дата звернення 30.03.2024)

5. Kupchuk I., Burlaka S., Tverdokhlib I. Development of the methodology and substantiation of fuel supply parameters in the transition to biofuel. *Agricultural Engineering*. 2022. Vol. 54. P. 8–19.

URL:<http://ageng.asu.lt/ae/article/viewFile/198/153>

Богдан ПЕРХАЙЛО²,

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

ВИКОРИСТАННЯ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Анотація. У цій статті досліджується роль сучасних навігаційних технологій в оптимізації сільськогосподарських процесів. Основна увага приділяється використанню GPS, радарів і камер для автоматизації та

²Науковий керівник: Труханська О.О., кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

підвищення продуктивності сільського господарства. Розглядаються різні аспекти використання навігаційних систем, такі як оптимальне планування маршрутів для сільськогосподарської техніки, точний посів і обробіток ґрунту, а також моніторинг руху техніки для ефективного використання ресурсів. Загальні висновки дослідження підкреслюють важливість і перспективність використання навігаційних систем у сільському господарстві для підвищення ефективності та конкурентоспроможності.

Ключові слова: GPS, ГЛОНАСС, система Navstar, GPS-моніторинг, супутникова навігація, системи паралельного водіння, автопілот.

Annotation. This article explores the role of modern navigation technologies in optimizing agricultural processes. The focus is on the use of GPS, radar and cameras to automate and increase agricultural productivity. Various aspects of using navigation systems are considered, such as optimal route planning for agricultural machinery, precise seeding and tillage, and monitoring of machinery movement for efficient use of resources. The general conclusions of the study emphasize the importance and prospects of using navigation systems in agriculture to increase efficiency and competitiveness.

Key words: GPS, GLONASS, Navstar system, GPS monitoring, satellite navigation, parallel driving systems, autopilot.

Вступ: Сучасне сільськогосподарське виробництво - потужна галузь в Україні. Однак і малі фермери, і великі підприємства стикаються з однаковими проблемами, пов'язаними з неефективним використанням техніки, крадіжками пального та спробами механізаторів заробити гроші на стороні. Ці зловживання збільшують собівартість продукції та погіршують позиції компаній у конкурентній боротьбі з іншими сільгоспвиробниками.

Одним з найефективніших способів боротьби з негативними явищами є GPS-моніторинг сільськогосподарської техніки. Це комплекс програмно-апаратних засобів, які дозволяють контролювати низку параметрів тракторів, комбайнів, автомобілів та причепів. Окрім протидії шахрайству персоналу, супутниковий моніторинг дозволяє:

- оптимізувати маршрути руху техніки
- правильно розраховувати логістику доставки продукції;
- своєчасне проведення агротехнічних заходів;
- правильно використовувати техніку та трактори.

Аналіз сільськогосподарських підприємств показує, що частина техніки використовується непродуктивно, простоює без об'єктивних причин і витрачає паливо при нераціональних переміщеннях. GPS-моніторинг у сільському господарстві може знизити виробничі витрати на одиницю продукції (незалежно від вирощуваної культури) більш ніж на 25%[1].

Виклад основного матеріалу: З розвитком сільськогосподарського машинобудування і виробництвом нових моделей, таких як комбіновані знаряддя, мотоблоки, самохідні комбайни і обприскувачі, в сільському господарстві стали широко застосовуватися різні технічні та електронні засоби

для механізації та автоматизації виробництва. Однак перші експериментальні зразки складного і дорогого електронного обладнання не були придатні для роботи в польових умовах. Вони були відносно великими і погано працювали в умовах високої вологості, динамічних навантажень і недостатньо кваліфікованої експлуатації та обслуговування. З часом почали з'являтися більш надійні і компактні електронні пристрої, що забезпечують захист від вологи і пилу і усувають необхідність частого технічного обслуговування і ремонту. При цьому ці електронні пристрої були дуже прості у використанні, що сприяло їх широкому застосуванню в аграрному секторі, особливо в точному землеробстві. Були розроблені спеціальні зразки мікропроцесорів, фотоелектричних, електромагнітних, п'єзоелектричних, електромеханічних та інших типів датчиків, сенсорів, електроніки та приладів, здатних впоратися зі складними сільськогосподарськими умовами[3].

Наприкінці 1990-х років технологія точного позиціонування об'єктів, як і інші розробки подвійного призначення, поступово почала займати свою нішу в приватному секторі, в тому числі в сільському господарстві. На той час ідея точного розрахунку площ посіву та оптимізації витрат вже приваблювала практичних американців. Спочатку можна було отримати прості координати, але згодом, за допомогою електронних карт і баз даних, стало можливим отримувати точні площі полів і мікрорайонів. Паралельно розроблялися технічні пристрої (рульове управління, "помічник" водія, бортові комп'ютери на тракторах та ін.). До кінця 2010 року перші машини для точного висіву насіння і внесення добрив вийшли в поле, GPS-системи набули нових функціональних можливостей, надаючи інформацію кінцевому користувачеві до безпосередньої участі в процесі вирощування; станом на 2015 рік вже доступні всі види технічного обладнання та розробок для полегшення роботи фермерів у полі на базі цієї системи.

Однак реальність в Україні дещо інша. Дана система була розроблена військовими для власних потреб і має точність до сантиметра при отриманні так званого Р-сигналу на поверхні землі. Цей сигнал доступний лише для військових США та їхніх союзників, а для інших користувачів - після прийняття рішення про деактивацію так званого Selective Access (SA, або Selective Availability, - помилка, яка штучно вноситься в супутниковий сигнал, щоб змусити цивільні GPS-приймачі працювати неточно). Але точність координат у сигналі "округлюється до кількох метрів"[2].

Системи супутникової навігації в сільському господарстві - це складні електронні технічні системи, що складаються з комбінації наземних і космічних пристроїв, призначених для визначення положення і параметрів руху (наприклад, швидкості і напрямку руху) об'єктів, що переміщуються по сільськогосподарському полю. Приймальні пристрої на наземних об'єктах (самохідних транспортних засобах, таких як трактори) надсилають сигнали на бортовий комп'ютер, який потім виконує автоматичне керування рухом.

Супутниковий моніторинг дає точну картину посівних площ і кількості фактично використаного насіння, що дозволяє оцінити врожайність відповідно

до умов кожного поля. Дані цього моніторингу архівуються і зберігаються в пам'яті комп'ютера. Це дозволяє компанії створити базу даних для аналізу своєї діяльності в часі. Цей аналіз дозволяє компанії прогнозувати подальший розвиток подій, відмовлятися від менш продуктивних культур і вводити в сівозміну нові рослини[3].

Дані GPS-моніторингу також дають можливість визначити професіоналізм персоналу та ставлення до роботи кожного працівника. Навіть найсучасніша техніка часто є неефективною через неналежне управління. Порівнюючи продуктивність аналогічних машин, можна прийняти рішення про заміну операторів або відправити їх на курси підвищення кваліфікації.

В інших випадках тягове та допоміжне обладнання може не відповідати можливостям машини. Це призводить до зайвих витрат пального та заробітної плати операторів. Без додаткового обладнання трактори та навантажувачі можуть простоювати і використовуватися для інших видів робіт або здаватися в оренду в міжсезоння.

Більшість сільськогосподарської навігації базується на GPS (Глобальна система позиціонування, що належить Міністерству оборони США) і, меншою мірою, ГЛОНАСС.

GPS (Global Positioning System) - це комплекс радіоелектронних пристроїв, здатних визначати положення і швидкість об'єктів на поверхні Землі або в атмосфері. Положення об'єкта обчислюється за допомогою встановленого на об'єкті GPS-приймача, який приймає і обробляє сигнали від супутників космічного сегмента глобальної системи позиціонування GPS. Для визначення точних параметрів орбіти супутника і управління системою GPS існує наземний центр управління[4].

GPS найчастіше асоціюється з системою Navstar, розробленою Міністерством оборони США, але інші системи глобального позиціонування (наприклад, ГЛОНАСС, Galileo) також використовуються або розробляються.



Рис. 1. Рух супутників глобальної навігаційної системи(GPS)

Більшість GPS-навігаторів можуть приймати сигнали до 12 супутників одночасно. Цього більш ніж достатньо для більшості завдань. Однак зараз доступні 14- і навіть 18-каналні приймачі. Однак приймати сигнали від 12 супутників одночасно дуже складно. Для цього потрібно перебувати на відкритій місцевості, а саме сузір'я (супутникове позиціонування) має бути гарним, адже приймати сигнали від 18 супутників одночасно наразі неможливо.

Система GPS складається з трьох основних компонентів:

1. Космічний сегмент складається з 24 супутників на шести різних кругових орбітах, які розташовані під кутом 60 градусів один до одного. Супутники рухаються зі швидкістю 11 000 км/год по орбіті радіусом 22 200 км і здійснюють один виток навколо Землі приблизно за 12 годин. Всі супутники повторюють свої орбіти щодня з "лагом" у чотири хвилини.

2. Наземний сегмент управляється Міністерством оборони США. Він складається з п'яти контрольно-вимірювальних станцій на Гаваях, Кваджалейні, острові Вознесіння, Дієго-Гарсія та Колорадо-Спрінгс, чотирьох станцій зв'язку та загальносистемного центру управління на військово-повітряній базі Шрайвер у штаті Колорадо. Станції стеження безперервно відстежують переміщення космічних апаратів і передають дані в центр управління. Центр розраховує поправочні коефіцієнти для коефіцієнтів уточнення орбіти супутника і часових шкал. Ці дані передаються на супутник щонайменше раз на добу каналами станцій зв'язку.

3. GPS-приймач - це третій сегмент навігаційної системи, який визначає місцезнаходження і може розраховувати географічні координати на основі отриманих даних. На жаль, незважаючи на передові технології, що використовуються в GPS, помилки в цій системі також є глобальними і не можуть використовуватися комп'ютерами як базові дані для водіїв. За словами виробника, навігатор сам визначає місцезнаходження з точністю до 3-5 метрів. Однак значна частина цієї похибки залежить від кількості супутників, які "бачить" пристрій, і, знову ж таки, від електронної карти. Іншими словами, 1 см карти відповідає 1 км місцевості. На практиці це означає, що 100 метрів вміщується в 1 мм[3].

Наразі на сільськогосподарській техніці використовуються два типи навігаційних систем:

- системи паралельного водіння (покажчики поворотів, електронні маркери);
- автопілот трактора або комбайна (гідравліка або рульова система).

У першому випадку система складається з приймача GPS-сигналу, встановленого на тракторі, контролера і покажчика повороту (екран, що показує, чи вирівняна траєкторія руху трактора або відхилення від заданої траєкторії). Система управління може запам'ятовувати колію і направляти трактор строго паралельно лінії, записаній при першому проході агрегату. Другий варіант системи керування - це автопілот, який складається з електрогідравлічної системи керування трактором, яка автоматично керує машиною на місці. Тракторист лише допомагає керувати трактором під час поворотів, що дозволяє

йому сконцентруватися на виконанні технічних завдань і зменшує фізичну втому.

Системи, що забезпечують паралельне водіння, зазвичай складаються з:

- GPS-приймача (зараз у продажу є приймачі, які можуть визначати координати за допомогою супутників ГЛОНАСС)

- головного модуля (обробляє дані, конфігурує систему і відображає курс для водія)

- антени із з'єднувальними елементами, які підключають основний модуль до джерела живлення[2].

Однак ефективність систем GPS-моніторингу може бути досягнута лише за умови встановлення комплексної системи датчиків і контролю, а також відповідного програмного забезпечення. Побудувати таку систему власними силами неможливо, тому необхідна співпраця зі спеціалізованими компаніями. Такі компанії в Україні пропонують агровиробникам ряд готових рішень для GPS-моніторингу[1].

Вони ретельно розробляють механізми моніторингу для кожного типу техніки і навіть для кожної моделі. Системи адаптуються до конкретних умов підприємства, його автопарку та колекції вирощуваних культур. Фахівці лідера ринку мають досвід впровадження вже існуючих систем моніторингу. Цей досвід має вирішальне значення для успішного функціонування GPS-системи. Ретельний аналіз результатів попередніх застосувань виключає ризик помилок і обмежень у зборі даних.

В принципі, співпраця з лідерами галузі включає в себе не тільки встановлення систем моніторингу, але й надання довгострокових послуг технічної підтримки. Новопридбані або відремонтовані машини та обладнання інтегруються в систему відразу після введення в експлуатацію, не порушуючи існуючої конфігурації. Оновлення програмного забезпечення та технічна модернізація здійснюються на регулярній основі; можна зробити висновок, що при використанні системи GPS витрати на її придбання та експлуатацію окупаються за календарний рік, а прибутковість фермерського господарства підвищується на 10-25%.

Сфери застосування GPS:

1. Муніципальні служби. GPS корисний для обстеження каналізаційних, газових і водопровідних труб, ліній електропередач і телефонних ліній. Бригади, які займаються ремонтом цих систем, можуть використовувати GPS, щоб дістатися безпосередньо до місця аварії. Час прибуття і від'їзду точно фіксується, разом з їхніми коментарями і планами ремонтних робіт.

2. Сільське господарство. GPS-картографічні системи допомагають описати характеристики польових ділянок, де відбувається інтенсивне сільськогосподарське використання. Мікроклімат, тип ґрунту, площі посівів, пошкоджені комахами та хворобами, а також обсяги виробництва можуть бути точно пов'язані між собою.

3. Природні ресурси. GPS допомагає збирати дані про типи ґрунтів, а в поєднанні з 3D-моделлю землі може виділити певні аспекти та спрогнозувати

ділянки, що потребують особливого управління. Крім того, GPS можна використовувати для нанесення на карту розташування свердловин та інших джерел води, фіксації розмірів і стану озер, реєстрації місць проживання риби і диких тварин, а також змін берегових ліній, сільськогосподарських угідь і кліматичних зон.

4. Моніторинг рухомих об'єктів за допомогою GPS. Системи GPS можуть визначити місцезнаходження будь-якої точки на суші, в морі або в навколосемному просторі.

Висновок. Навігаційні системи є важливими та корисними для сільського господарства та відкривають нові можливості для сільського господарства, допомагаючи підвищити продуктивність, знизити витрати та оптимізувати виробничі процеси.

Вони допомагають фермерам ефективно використовувати ресурси, враховуючи географічні особливості поля, підвищують точність виконання операцій і зменшують вплив негативних факторів на навколишнє середовище.

Розвиток та впровадження сучасних навігаційних технологій матиме великий потенціал для підвищення конкурентоспроможності галузі та забезпечення сталого розвитку сільських територій. Для повного використання переваг навігаційних систем необхідно проводити наукові дослідження, розробку спеціалізованого програмного та апаратного забезпечення, а також підтримку з боку уряду та інших зацікавлених сторін.

Список використаних джерел

1. Возняк О.М., Штуць А.А., Булига А.І., Харченко Р.Є. Дослідження та удосконалення процесу обробки зображень навігаційної системи сільськогосподарських машин з урахуванням умов обмеженої видимості. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2023. № 4 (123). С. 120-131(дата звернення 17.03.2024).

2. 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(дата звернення 20.03.2024).

3. GPS моніторинг у сільському господарстві: веб-сайт. URL: <https://uacx.cx.ua/gps-monitoring-u-silskomu-gosp> (дата звернення 24.03.2024).

4. Глобальні системи навігації GPS, ГЛОНАСС, ГАЛІЛЕО, Бейдоу в сільському господарстві: веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/ua/globalni-systemy-navigaciyi-gps-qlonass-galileo-beydou-v-silskomu-gospodarstvi> (дата звернення 25.03.2024).

5. GPS, Система глобального позиціонування: веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/GPS> (дата звернення 26.03.2024).

6. Філяшкін М.К., Рогожин В.О., Скрипеч А.В., Лукінова Т. І. Принципи побудови супутникових радіонавігаційних систем. *Інерціально-супутникові навігаційні системи*: навчальний посібник. НАУ. Київ. 2009. С.7-12. (дата звернення 27.03.2024).

Ігор ЗАЄЦЬ³,
студент 4 курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

***Анотація.** Харчова промисловість є сектором, що розвивається, і технології зіграли значну роль у його трансформації. Завдяки останнім досягненням галузь змогла удосконалити свою діяльність, підвищити безпеку харчових продуктів, підвищити ефективність і покращити взаємодію з клієнтами, і ми висвітлюємо десятку найкращих цифрових технологій, які допомагають їй це зробити.*

***Ключові слова:** цифрові технології; штучний інтелект (ШІ); датчики, робототехніка, автоматизація та роботизація; датчики IoT; блокчейн; хмарні обчислення; 3D-друк.*

***Annotation.** The food industry is an emerging sector and technology has played a significant role in its transformation. Thanks to recent advances, the industry has been able to improve its operations, enhance food safety, increase efficiency, and improve customer experience, and we highlight the top ten digital technologies that are helping it do so.*

***Keywords:** digital technologies; artificial intelligence (AI); sensors, robotics, automation and robotics; IoT sensors; blockchain; cloud computing; 3D printing.*

Вступ. В сучасному світі харчова промисловість стикається з різноманітними викликами, включаючи підвищену конкуренцію, зміни у споживчих вподобаннях, строгі стандарти якості та безпеки продуктів. У зв'язку з цим виникає необхідність у використанні новітніх технологій для оптимізації виробничих процесів, підвищення ефективності та відповідності стандартам.

Впровадження інноваційних цифрових рішень трансформує способи виробництва, переробки та розподілу продуктів харчування, прискорює розвиток галузі та покращує якість продуктів. З допомогою сучасних технологій IoT, штучного інтелекту (ШІ), блокчейну та аналітики даних виробники можуть оптимізувати виробничі процеси, забезпечувати безпеку та якість продукції, а також знижувати втрати та витрати.

Мета роботи розглянути сучасні цифрові технології, які використовуються в харчовій промисловості, їхні переваги та можливості впровадження. Також будуть проаналізовані тенденції розвитку цих технологій та їхній вплив на майбутнє галузі.

Виклад основного матеріалу. Цифрові технології — це електронні інструменти, системи, пристрої та ресурси, здатні генерувати, зберігати або

³Науковий керівник: Солона О.В. к.т.н., доцент, доцент кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві.

обробляти дані. Це включає програмні додатки, апаратні пристрої та комунікаційні мережі, які дозволяють обробляти, зберігати та передавати дані.

У сільському господарстві такі терміни, як «цифрове сільське господарство», «сільське господарство 4.0» і «цифрова сільськогосподарська революція» використовуються для опису підходу, спрямованого на підвищення ефективності виробництва продуктів харчування. Усі ці назви стосуються підходу, спрямованого на підвищення ефективності виробництва продуктів харчування. Така ефективність досягається завдяки спрощеній передачі високоякісних даних і використанню сучасних технологій (наприклад, Інтернет речей, Великі дані, штучний інтелект, хмарні обчислення, дистанційне зондування тощо). Оптимізація продовольчих систем може досягти соціальних, екологічних та економічних цілей, таких як підвищення врожайності, покращення поживної якості харчових продуктів, більша прозорість, покращення добробуту тварин і екологічніше виробництво.

Хоча всі визначення зосереджені на потенціалі цифрових інструментів для підвищення виробничої ефективності, багато хто наголошує на впливі на ланцюжки створення вартості, включаючи технології електронної комерції. Ця технологія покращує доступ до ринку, реструктурує ланцюжки створення вартості та безпосередньо з'єднує споживачів і виробників. Однак це також створює проблеми, такі як збільшення концентрації ринкової влади в руках кількох вибраних платформ [1].

Десятка кращих цифрових технологій у харчовій промисловості

1. Датчики IoT

IoT означає інтеграцію датчиків і виконавчих механізмів у фізичні об'єкти, уможливаючи їх підключення через дротові та бездротові мережі, часто використовуючи той самий Інтернет-протокол, який використовується в Інтернеті. У 2021 році ринок Інтернету речей становив 385 мільярдів доларів, а до 2029 року прогнозується, що він досягне понад 2,4 трильйона доларів. Концепція полягає в підключенні пристроїв і датчиків до Інтернету для збору даних і автоматизації процесів [2].

Інтеграція платформ Інтернет речей у сільське господарство, також відома як «точне сільське господарство» або «розумне сільське господарство», забезпечує додаткові джерела даних, що описують сільськогосподарські характеристики, такі як вода, ґрунт, люди та тварини, з більшою кількістю даних. Однак збільшення уваги до IoT в останніх дослідженнях підкреслює поширення платформ IoT. Це розширення генерує нові рамки реалізації, що стосуються різних моделей вимог, нових гетерогенних компонентів і сенсорних мереж з різними моделями моніторингу, шаблонами тимчасової обробки та незбалансованим споживанням енергії. Впровадження платформ IoT у сільськогосподарську практику представляє значні дослідницькі проблеми, зокрема щодо сумісності зберігання та використання даних у хмарі (протоколи, безпека тощо), моніторингу продуктивності тощо. Крім того, кінцевий користувач повинен брати участь у навчальних заняттях, щоб навчитися та розуміти використання та застосовність технології.

Більшість IoT-застосувань цифрових технологій в агрохарчовій промисловості зосереджено на моніторингу температури, відстеження, вологості, кольору та покращенні показників стійкості. Застосування такого характеру мають важливе значення в ланцюжку постачання овочів, особливо на етапі сільськогосподарського виробництва. На цьому етапі необхідний ретельний моніторинг показників для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Системи Інтернету речей довели свою ефективність в оптимізації робочих параметрів, включаючи використання пестицидів і води. За допомогою Інтернету речей можна контролювати інші параметри, такі як склад ґрунту, вологість, температура та фізіологія культури, що може надати інформацію для більш точного моніторингу культури.

2. Блокчейн

Блокчейн — це прозора технологія цифрової книги, яка записує транзакції та зберігає дані безпечним і децентралізованим способом. Він був розроблений у 2009 році та має три різні типи: відкритий блокчейн, приватний блокчейн і гібридний блокчейн. Застосування цієї технології в ланцюжку поставок агропродовольчої продукції поступово розширюється завдяки її перевагам у забезпеченні простежуваності харчових продуктів, прозорості, безпеки та безпеки. Він пропонує інноваційне рішення цих проблем у секторі.

3. Доповнена реальність

Доповнена реальність (AR) використовується в харчовій промисловості для покращення взаємодії з клієнтами. Ресторани та продовольчі компанії, які використовують доповнену реальність, можуть створювати інтерактивні меню та стенди їжі, що дозволяє клієнтам переглядати продукти перед замовленням. Дослідження показали, що AR покращив залучення клієнтів і збільшив продажі [3].

4. Штучний інтелект

ШІ означає здатність машин отримувати знання та приймати обґрунтовані рішення шляхом обробки даних. Він охоплює набір технологій, заснованих на електронних пристроях, комп'ютерних системах і роботах, які підвищують і покращують гостроту, швидкість, точність і ефективність діяльності користувача. Основна мета штучного інтелекту – зробити комп'ютери, машини чи роботів розумними, подібними до людської думки. У сфері технологій штучний інтелект має бути в змозі легко ідентифікувати речі, розпізнавати об'єкти, аналізувати профілі, знаходити рішення, приймати рішення, наказувати дії, передбачати аномалії та вивчати та запам'ятовувати наступні кроки в ланцюжку поставок [4].

У переробці сільськогосподарських продуктів ШІ можна використовувати для автоматизації таких завдань, як сортування, класифікація та пакування продуктів, прогнозування врожайності та виявлення ризиків безпеки харчових продуктів. Його також можна використовувати для пом'якшення факторів ризику, покращення продовольчої безпеки та досягнення самозабезпечення, одночасно зменшуючи бідність, зводячи до мінімуму голод і зберігаючи природні ресурси. Нові технології, засновані на штучному інтелекті,

можуть допомогти підвищити продуктивність і ефективність у ланцюгу постачання продовольства, одночасно покращуючи сільське господарство та зберігаючи біорізноманіття.

5. Хмарні обчислення

Хмарні обчислення допомагають харчовим компаніям ефективніше керувати своїми операціями та даними. Зберігаючи дані в хмарі, підприємства можуть отримувати доступ до інформації з будь-якого місця, полегшуючи управління логістикою та запасами ланцюга поставок, а також підвищуючи ефективність і знижуючи витрати в харчовій промисловості.

6. 3D-друк

Після деякої перерви в області продовольчого друку, компанія 3D Systems Corporation, провідний постачальник рішень в галузі тривимірного друку: 3D-принтерів, витратних матеріалів та послуг з виготовлення нестандартних деталей для фахівців та споживачів, і компанія CSM Bakery Solutions, світовий лідер у галузі інгредієнтів, продуктів та послуг для харчової промисловості, оголосили про співпрацю у сфері харчової 3D-індустрії. Їхня мета – вивести на ринок інноваційні та творчі 3D-кулінарні продукти. Завдяки цьому співробітництву, CSM Bakery Solutions надаватиме компанії 3D Systems Corporation інгредієнти, продукти та послуги, пов'язані з їжею та хлібобулочними виробами. У свою чергу, CSM братиме участь у розробках та матиме ексклюзивні права на використання 3D-принтера ChefJet Pro.

D-принтер ChefJet Pro – професійний кондитерський 3D принтер від компанії 3DSystems. Принтер на основі 3DP, яка дозволяє формувати тонкі шари із цукромістких порошків. Витратними матеріалами для даного принтера є: шоколад, карамель та цукор. За рахунок технологічних рішень принтер здатний створювати багатобарвні моделі. Велика зона побудови 255x355x295 мм дозволить втілити в реальність практично будь-яке кулінарне творіння. Завдяки цьому помічнику кондитер зможе створювати ексклюзивні та їстівні шедеври. Компанія CSM сподівається, що вони зможуть використовувати технології 3D-друку, щоб справити враження на своїх клієнтів та мати можливість створювати нові проекти. Крім переваг автоматизованих процесів, існують певні форми для карамельних та шоколадних цукерок, які може зробити лише 3D-друк. Це може допомогти компанії бути поза конкуренцією.



Рис. 1. Використовувати технології 3D-друку у виготовленні цукерок, хлібобулочних виробів та шоколаду.

ChefJet Pro використовує цукрову пудру та гідратоване харчове забарвлення для виробництва цукерок, хлібобулочних виробів та шоколаду. ChefJet має 4 друкуючі головки, які дозволяють створювати багатобарвні принти. Цей принтер та його молодший брат Monochrome ChefJet переважно відрізняються за розміром. Pro має обсяг збирання 255x355x205 мм. Монохромний ChefJet – це менша версія із площею друку 200 x 200 x 150 мм. Інша відмінність полягає в тому, що, як випливає з назви, монохромний друкує лише в одному кольорі [5].

7. Робототехніка

Цифрові технології дозволили машинам і роботам виконувати завдання, які раніше виконували люди. Автоматизація та роботизація сприяють розвитку розумного сільського господарства та прискорюють перехід до розумних фабрик у харчовій промисловості. У переробці сільськогосподарських продуктів харчування робототехніка може автоматизувати такі завдання, як посів, посадка, прополка, збирання, обробка, збирання врожаю, різання, нарізка та пакування, тим самим підвищуючи ефективність і знижуючи витрати на робочу силу. На рис. 2 подано короткий перелік секторів, у яких використовуються технології в харчовій промисловості.



Рис. 2. Концепція цифровізації в ланцюзі постачання агропродовольчої продукції.

8. Мобільні додатки

Так, додатки також потрапили в харчову промисловість. Харчові компанії та ресторани можуть використовувати мобільні програми, щоб пропонувати програми лояльності, знижки та рекламні акції, що дозволяє їм спілкуватися з клієнтами та заохочувати лояльність до бренду.

9. Віртуальна реальність

На відміну від доповненої реальності, віртуальна реальність (VR) забезпечує захоплюючі враження від обіду через повністю віртуальну обстановку. Ресторани та харчові компанії можуть використовувати віртуальну реальність для створення віртуальних обідніх середовищ, що дозволяє клієнтам відчути різні атмосфери та культури обіду.

10. Машинне навчання

Технологія машинного навчання використовується в харчовій промисловості для аналізу даних і прогнозування. Аналізуючи такі дані, як поведінка та вподобання споживачів, харчові компанії можуть створювати персоналізовані маркетингові кампанії та пропонувати продукти, покращуючи взаємодію та задоволеність клієнтів. Ця технологія дозволила харчовим компаніям збільшити продажі та прибутковість.

Підсумовуючи, цифрові технології змінили харчову промисловість, дозволивши компаніям покращити роботу, підвищити безпеку харчових продуктів, підвищити ефективність і покращити взаємодію з клієнтами. Застосовуючи ці цифрові технології, харчові компанії можуть випереджати конкурентів і надавати своїм клієнтам інноваційні продукти та послуги.

Переваги та недоліки харчових технологій: плюси та мінуси.

Переваги цифрових технологій:

1. Покращена безпека харчових продуктів: харчові технології відіграють вирішальну роль у забезпеченні безпеки харчових продуктів шляхом впровадження різних методів і процесів. Пастеризація, наприклад, є широко використовуваним методом усунення шкідливих мікроорганізмів з харчових продуктів, значно знижуючи ризик харчових захворювань. Подібним чином опромінення може ефективно знищити патогени, шкідників і мікроорганізми, що викликають псування, подовжуючи термін придатності певних продуктів, зберігаючи при цьому їх харчову цінність. Передові технології пакування також сприяють безпеці харчових продуктів, забезпечуючи захисний бар'єр від забруднення.

2. Подовжений термін зберігання: Однією з ключових переваг харчових технологій є їх здатність подовжувати термін зберігання продуктів, що швидко псуються. Завдяки таким технологіям, як консервування, заморожування та зневоднення, харчові продукти можна зберігати протягом більш тривалого періоду часу без шкоди для їх якості чи харчової цінності. Це не тільки зменшує харчові відходи, але й забезпечує доступність сезонних продуктів протягом року, покращуючи доступність і зменшуючи залежність від імпорту.

3. Підвищена харчова цінність: харчові технології пропонують можливості для підвищення харчової цінності харчових продуктів, усуваючи дефіцит поживних речовин і покращуючи здоров'я населення. Збагачення, звичайна практика в харчових технологіях, передбачає додавання основних поживних речовин, вітамінів і мінералів до оброблених харчових продуктів. Наприклад, додавання йоду в сіль було ефективним у боротьбі з йододефіцитними захворюваннями, тоді як збагачення борошна фолієвою кислотою допомогло запобігти вродженим дефектам.

4. Підвищення ефективності виробництва: харчові технології революціонізували виробничі процеси в харчовій промисловості, що призвело до підвищення ефективності, зменшення відходів і економічно ефективних методів виробництва. Автоматизація та сучасне обладнання оптимізували роботу, що призвело до підвищення врожайності та підвищення продуктивності. Крім того, такі технології, як точне землеробство та вертикальне землеробство,

мають потенціал для оптимізації використання ресурсів і зменшення впливу на навколишнє середовище.

5. Зручність і доступність: харчові технології сприяли розробці зручних харчових продуктів, які задовольняють потреби зайнятих споживачів. Готові до вживання страви, оброблені харчові продукти та попередньо упаковані закуски стають все більш популярними, забезпечуючи швидкі та прості варіанти їжі. Ця зручність змінила спосіб споживання їжі, особливо в міських районах, де обмеження часу часто обмежують приготування та приготування їжі.

Недоліки цифрових технологій:

1. Занепокоєння здоров'ям: Хоча харчові технології мають численні переваги, деякі технології та добавки викликають занепокоєння здоров'ям. Використання певних добавок, консервантів і підсилювачів смаку в оброблених харчових продуктах було пов'язане з негативними наслідками для здоров'я, включаючи алергію та чутливість. Генетично модифіковані організми (ГМО) є ще одним питанням, що викликає занепокоєння, оскільки довгостроковий вплив на здоров'я людини все ще перебуває під пильною увагою.

2. Вплив на навколишнє середовище: харчові технології можуть мати негативні наслідки для навколишнього середовища. Надмірне пакування, споживання енергії при переробці їжі та використання води у великомасштабному виробництві можуть сприяти погіршенню навколишнього середовища. Крім того, залежність від інтенсивних методів сільського господарства, включаючи використання пестицидів і добрив, може мати згубний вплив на екосистеми та біорізноманіття.

3. Аспекти якості та смаку: Хоча харчові технології спрямовані на покращення безпечності харчових продуктів та терміну зберігання, деякі методи можуть впливати на якість, текстуру та смак харчових продуктів. Наприклад, певні методи обробки можуть призвести до втрати природних смакових та поживних речовин, що призведе до зниження загальної якості продукту. Це може вплинути на задоволеність споживачів і перевагу оброблених харчових продуктів над свіжими альтернативами.

4. Втрата традиційної харчової практики: широке впровадження харчової технології призвело до занепаду традиційної харчової практики та гомогенізації харчової культури. Традиційні методи приготування їжі, регіональні страви та ремісничі техніки стали менш помітними, оскільки великомасштабне виробництво їжі набуло переваги. Ця втрата культурного розмаїття в харчових практиках викликає занепокоєння щодо збереження кулінарної спадщини та місцевих систем харчування.

5. Етичні проблеми: харчові технології породжують етичні дилеми, особливо в таких сферах, як добробут тварин, стійкі методи ведення сільського господарства та концентрація влади в руках кількох великих корпорацій. Виникає занепокоєння щодо поводження з тваринами в системах інтенсивного землеробства, впливу промислового сільського господарства на навколишнє середовище та контролю транснаціональних корпорацій над ланцюгом поставок харчових продуктів [6].

Висновок. Цифрові технології мають численні переваги та недоліки в харчовій промисловості. Незважаючи на те, що це підвищує безпечність харчових продуктів, подовжує термін придатності, покращує харчову цінність і підвищує ефективність виробництва, існують занепокоєння щодо ризиків для здоров'я, впливу на навколишнє середовище, міркувань щодо якості, втрати традиційних методів харчування та етичних наслідків. Встановлення балансу між перевагами та потенційними недоліками має вирішальне значення для використання повного потенціалу харчових технологій, забезпечуючи при цьому добробут споживачів, навколишнє середовище та культурне розмаїття. Залишаючись у курсі та критично оцінюючи використання харчових технологій, окремі особи, професіонали та політики можуть приймати обґрунтовані рішення, які відповідають їхнім цінностям і роблять внесок у сталу та інклюзивну продовольчу систему.

Список використаної літератури.

1. R.A. Bahn, A.A.K. Yehya, R. Zurayk: Digitalization for sustainable agri-food systems: Potential, status, and risks for the MENA region. веб-сайт. URL: <https://doi.org/10.3390/su13063223> (дата звернення 20.03.2024).
2. Rayda Ben Ayed, Mohsen Hanana: Artificial Intelligence to Improve the Food and Agriculture Sector. веб-сайт. URL: <https://doi.org/10.1155/2021/5584754> (дата звернення 20.03.2024).
3. Десятка кращих цифрових технологій у харчовій промисловості. Веб-сайт: <https://foodchainmagazine.com> (дата звернення 20.03.2024).
4. Abdo Hassoun, Fatma Boukid, Antonella Pasqualone, Christopher J. Bryant: Emerging trends in the agri-food sector: Digitalisation and shift to plant-based diets. веб-сайт. URL: <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.11.010> (дата звернення 20.03.2024).
5. Новий етап у сфері харчової 3D-індустрії. веб-сайт. URL: <https://www.3dprinter.ua/novyj-etap-u-sferi-harchovoyi-3d-industriyi/> (дата звернення 20.03.2024).
6. Переваги та недоліки харчових технологій: плюси та мінуси. веб-сайт. URL: <https://www.collegenp.com/article/advantages-and-disadvantages-of-food-technology/> (дата звернення 20.03.2024).

Олександр ДОВГАЛЮК⁴,
студент 2 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОЧИЩЕННЯ ПАЛИВА ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ: МЕТОДИ ТА ПРИБРОЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОСТІ

Анотація. У даній роботі досліджено вплив забрудненого палива на роботу дизельних двигунів та вивчено методи та пристрої очищення палива з метою підвищення ефективності їх роботи та зменшення викидів шкідливих речовин у атмосферу. Встановлено, що забруднене паливо призводить до прискореного зношування деталей паливної системи, що в свою чергу призводить до зниження потужності та ефективності роботи двигунів.

Ключові слова: дизельне паливо, дизельний двигун, очистка, експлуатація, забруднення.

Annotation. In this work, the effect of contaminated fuel on the operation of diesel engines was studied, and the methods and devices of fuel purification were studied in order to increase the efficiency of their operation and reduce emissions of harmful substances into the atmosphere. It has been established that contaminated fuel leads to accelerated wear of fuel system parts, which in turn leads to a decrease in engine power and efficiency.

Key words: diesel fuel, diesel engine, cleaning, operation, pollution.

Вступ. Під час виробництва, зберігання, транспортування та використання моторних палив у них можуть потрапляти різні забруднювачі, такі як механічні домішки, чужорідні рідини та інші речовини у рідкому або газоподібному стані. Ці забруднення можуть мати різну консистенцію, можуть утворювати складні з'єднання, взаємодіяти між собою хімічно та створювати небажані хімічні сполуки [1-3].

Забруднювачами вважаються всі інші речовини, що потрапляють у паливо, незалежно від їх форми, складу та об'єму.

Світові тенденції щодо зменшення викидів парникових газів стимулюють виробників автомобільної та сільськогосподарської техніки до вдосконалення паливних та мастильних систем двигунів. У Євросоюзі ведеться розробка нового екологічного стандарту Євро-7 для автомобілів, який очікується почне діяти з 2025 року [1-3].

В Україні запровадження стандарту Євро-6 заплановано на початок січня 2025 року. Транспортні засоби, ввезені в Україну або вироблені на її території, повинні відповідати екологічним нормам не нижче рівня Євро-6.

⁴Науковий керівник: Телятник І.А. асистент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

Згідно з існуючим стандартом та технічними умовами заводи повинні дотримуватись регламентованої чистоти дизельного палива. Однак дотримання цих вимог не означає відсутності в паливі будь-яких інших забруднень. Наприклад, місткість сірки не повинна перевищувати 10 мг/кг для класу К5 та 350 мг/кг для класу К3; загальне забруднення не повинно перевищувати 24 мг/кг; масова частка води не повинна перевищувати 200 мг/кг [1-3]. Об'єднана проба підлягає аналізу незалежно від об'єму палива, представленого для експертизи.

Виклад основного матеріалу. Традиційні методи визначення чистоти палива дозволяють виявляти наявність механічних домішок, якщо їх концентрація перевищує 0,005%, а також вільної води в паливі, якщо її вміст перевищує 0,025%.

У склад дизельного палива включають різні присадки з метою підвищення його експлуатаційних характеристик, такі як миючі, антистатичні, антикорозійні, деемульгуючі, антипірени, антиокислювачі, біоциди, протитурбулентні, фарбники та віддушки [1-3].

Процес пакування, транспортування та зберігання дизельного палива має відповідати вимогам, встановленим Постановою Кабінету Міністрів від 1 серпня 2013 року № 927 "Про затвердження Технічного регламенту щодо вимог до автомобільних бензинів, дизельного, суднових та котельних палив". Термін зберігання дизельного палива – 1 рік. Протягом цього часу присадки в паливі повинні залишатися стабільними, але під час перевезення або зберігання в паливі може накопичуватися значна кількість забруднень [2]. Присадки можуть хімічно реагувати з забруднюючими речовинами, які зазвичай не є нейтральними.

Існує пряма залежність між ступенем забруднення палива в баках тракторів та транспортних засобів від рівня запиленості, а отже і від сезону експлуатації. Ступінь забруднення може досягати значення від 200 до 400 грамів на 1 тону палива, а якщо транспортний засіб працює в кар'єрах, то забруднення палива може збільшуватися в 1,5 рази [1-3].

У Вінницькому регіоні під час транспортування, зберігання та заправки паливом, влітку забруднення палива може виникати з таких джерел, як залите в бак паливо, відстій в паливному баку та потрапляння забруднень в паливо з навколишнього середовища.

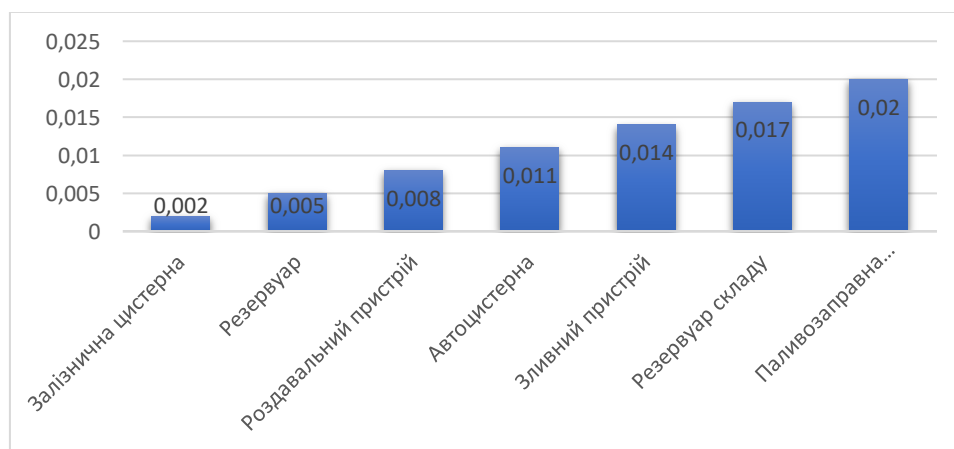


Рис. 1. Джерела забруднення палива [2].

Зі зміною температури та вологості повітря дизельне паливо може набирати пару води з атмосфери, особливо коли його поверхня значно збільшується [1,2]. При контакті з вологою утворюється водопаливна емульсія. Зниження температури палива призводить до переходу води у вигляді мікрокрапель (діаметром 7-8 мкм), а відкладення цих крапель на поверхні охолодженого палива супроводжується підвищенням температури. Видалення вологи з палива ускладнюється цими процесами.

Вода, розчинена в паливі, перебуває у вигляді окремих молекул, і досягнення точки насичення не призводить до її взаємодії з молекулами палива. Але присутність води може сприяти розвитку мікроорганізмів та утворенню продуктів їх життєдіяльності [1-3].

Отже, забруднення палива збільшується протягом зберігання, транспортування, розподілу та використання. Використання забрудненого палива спричиняє знос деталей та вузлів паливної апаратури високого тиску дизельних двигунів, що часто веде до необхідності витрат на їх ремонт.

Відхилення потужності двигуна на $-7 - +5\%$ від номінальних значень вважаються відмовою. Виходом з ладу паливної апаратури є основна причина зносу ресурсовизначених пар двигуна, а понад половина відмов пов'язана з забрудненням палива [2,3].

На рисунку 2 показано вплив технічного стану та налаштувань паливної апаратури на інтенсивність зносу верхньої зони циліндра дизельного двигуна.

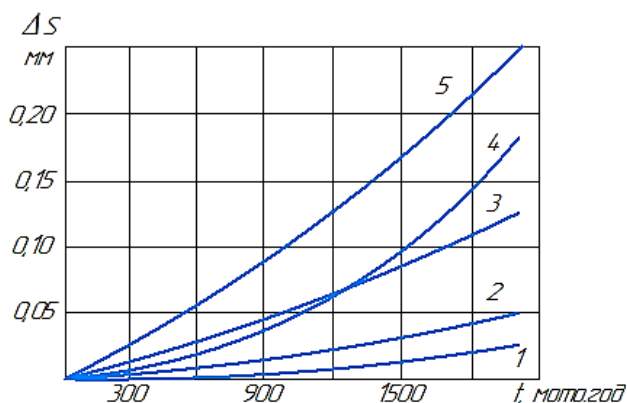


Рис. 2. Знос верхньої зони циліндра (ΔS) залежно від напрацювання (t) при різному технічному стані паливної апаратури: 1 – нормальне регулювання паливної апаратури; 2 – жорсткість пружини форсунки зменшена на 40%; 3 – циклова подача палива завищена на 22,5%; 4 – кут випередження початку подачі зменшений на 29%; 5 – результат спільної дії зазначених факторів [2].

Забруднене паливо прискорює зношування деталей паливної системи дизельних двигунів. Тверді частки у паливі спричиняють гідроабразивний знос плунжерних пар та інших терті поверхні, таких як поршневі кільця, циліндр, поршень форсунки [1-3]. Зношування цих деталей призводить до появи дефектів та викришування робочих поверхонь гільз, що знижує ступінь стиснення, зменшуючи потужність двигуна та збільшуючи викид шкідливих речовин у повітря.

Плунжерні пари мають високу точність обробки поверхонь, тому при потраплянні абразивних часток у паливний насос і форсунки процес зношування цих деталей значно прискорюється [2-4]. Це призводить до погіршення умов впорскування палива і його сумішоутворення, що призводить до втрат стійкості роботи двигуна, погіршення пускових та потужнісних характеристик, збільшення токсичності та димності вихлопних газів. Експлуатація двигуна в зношеному стані стає надто витратною або неможливою.

Наявність води у паливі призводить до утворення шлаків, що забивають фільтруючі елементи та паливопроводи. Крім того, вона може утворювати корозійні продукти, особливо у поєднанні з сіркою у паливі, що може викликати хімічну та електрохімічну корозію деталей двигуна [3]. Присутність води в паливі також може призводити до замерзання, що руйнує фільтруючі елементи та блокує паливопроводи.

Зростання ступеня забрудненості палива під час експлуатації транспортного засобу посилює процеси зношування деталей та вузлів двигуна, що може призвести до неповоротних змін у його експлуатаційних характеристиках [3].

Українські вимоги до дизельного палива обов'язково включають:

- Відсутність корозії для паливопроводів та інших двигунних деталей.
- Ефективний розпил та змішування.
- Добра прокачка для надійної роботи насоса високого тиску, потрібна в'язкість та низькотемпературні властивості.
- Повне згоряння без нагарів і асфальто-смолистих відкладень, для легкого запуску та плавної роботи двигуна.
- Мінімальний викид токсичних речовин у повітря.

Усе вироблене чи ввезене паливо має відповідати стандарту ДСТУ 7688:201 «Паливо дизельне Євро», що аналогічний європейському стандарту EN 590, з більш жорсткими вимогами щодо цетанового числа та температури спалаху [2-4].

Впровадження цих стандартів обумовлено розвитком конструкції паливних систем та постійно зростаючими екологічними вимогами до двигунів. Сучасна сільськогосподарська техніка часто використовує системи паливоподачі Common Rail, які потребують високоцетанове паливо.

За температурними властивостями паливо виробляють 6 сортів - А, В, С, D, Е, F (для помірного клімату) та 5 класів: 0,1,2,3,4 (для холодного та арктичного клімату), дані на які наведені в таблицях 1 та 2 [2-4].

Таблиця 1

Низькотемпературні властивості дизельного палива для помірного клімату.

	Сорт						Методи дослідження
	А	В	С	D	Е	F	
Гранична температура фільтрованості, °С, не вище	+5	0	-5	-10	-15	-20	ДСТУ 7688:201

Низькотемпературні властивості дизельного палива для холодного та арктичного клімату.

	Сорт					Методи дослідження
	0	1	2	3	4	
Гранична температура фільтрованості, °С, не вище	-20	-26	-32	-38	-44	ДСТУ 7688:201
Температура помутніння, °С, не вище	-10	-16	-22	-28	-34	EN 23015

У традиційній комплектації паливної системи дизельного двигуна, використовуються наступні елементи (рис.3), які включають двоступеневу очистку палива (рис.4) [3,4].



Рис. 3. Склад паливної системи дизеля.

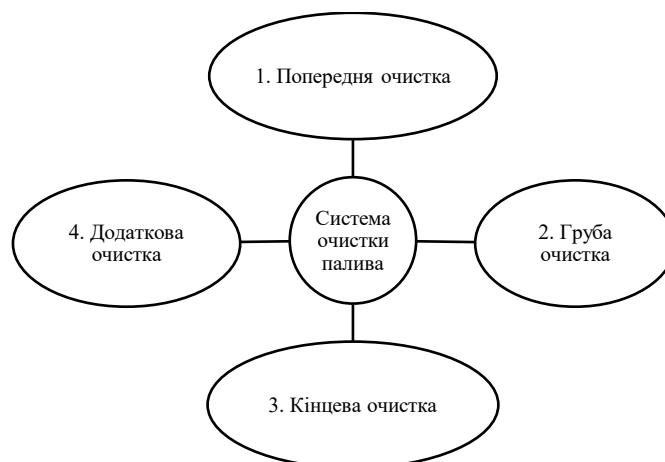


Рис. 4. Багатоступінчасте очищення палива.

Конструктивні особливості паливної апаратури та умови експлуатації транспортного засобу визначають як кількість фільтрів, так і їхнє розташування відносно один одного.

У паливних системах зарубіжних дизельних двигунів, таких як «Massey Ferguson 205X», «Татра 815» і інші, характерним є послідовне встановлення фільтрів, відсутність фільтра в заливній горловині бака та відсутність зливу для відстою з бака [4-6]. Це призводить до більш високих вимог до чистоти дизельного палива та умов його перевезення та зберігання.

У дизельних двигунах, як імпортованих, так і вітчизняних, широке поширення отримала така система розташування пристроїв для очищення палива: фільтр грубої очистки перед насосом низького тиску, а фільтр тонкої очистки після нього [4-6].

Щодо принципу очищення, фільтри можуть бути розділені на дві групи:

1. Методи очищення у силових полях (магнітне, силове, відцентрове, гравітаційне, ультразвукове, електричне, і їх комбінації).

2. Методи очищення з використанням пористих матеріалів.

Найпростіший метод очищення - це природне відстоювання, але він вимагає значного часу. У цьому випадку на транспортних засобах для уникнення змішування палива з відстоєм зазвичай встановлюють гравітаційні відстійники, а в паливних баках створюють зони для збору та видалення утвореного відстою.

Магнітні поля використовуються для видалення забруднень з феромагнітними властивостями, тому їх часто комбінують з іншими методами очищення [4-6].

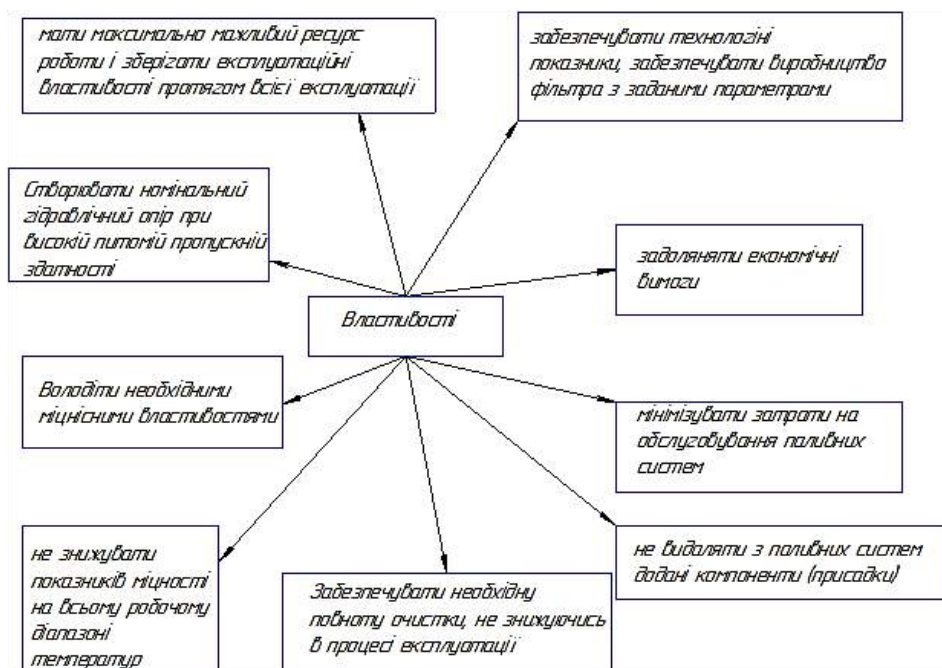


Рис. 5. Властивості фільтраційних матеріалів гідравлічних фільтрів

Відцентрові очищувачі поділяються на центрифуги – паливо рухається разом із ротором, і гідроциклони – обертається потік палива.

До переваг центрифуг відносять: можливість відділення від палива води і повітря, висока точність очищення при великій витраті рідини, простота очищення осаду, не потребує витрат на заміну фільтра, видалення в першу чергу часток з великою щільністю, незалежність перепаду тиску і пропускної здатності центрифуги від напруження дизеля [4-6].

До недоліків центрифуг відносять: висока трудомісткість виготовлення, необхідність балансування, великі габарити і маса, складність конструкції, низька величина тиску на вході, великі затрати енергії на привід.

Друга група пристроїв для очищення це пристрої, що містять корпус та фільтруючий елемент, обладнані запобіжними клапанами. Фільтраційні матеріали повинні мати властивості, зазначені на рисунку 5.

Очищення палива фільтрами регламентується ГОСТ 14146-88, який охоплює пористі, щільні і сітчасті фільтри. Для всіх цих типів фільтраційних елементів встановлені стандарти щодо повноти фільтрації забруднень та відділення води [5]. Залежність повноти очищення фільтром від номінальної (95%) та середньої (50%) тонкості очистки представлена на рисунку 6.

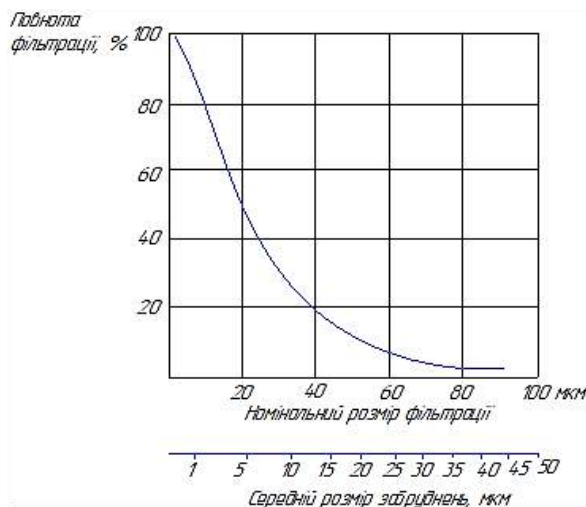


Рис. 6. Залежність повноти очистки фільтром від номінальної та середньої тонкості очистки.

Елементи конструкції фільтрів повинні бути стійкими до впливу палива протягом всього періоду експлуатації, і корпуси фільтрів мають бути герметичними. Термін експлуатації фільтрів, який визначається періодичною заміною фільтруючих елементів, повинен бути не менше терміну служби дизельних двигунів, для яких ці фільтри призначені [5,6]. Чіткі терміни заміни фільтрів встановлюються відповідно до їх призначення та умов експлуатації.

Гарантійний термін зберігання фільтрів та їх компонентів, що поставляються як запасні частини, повинен бути не менше двох років з моменту виготовлення, а на вимогу замовника може бути не менше 5 років.

Отже, існуючі методи та пристрої очищення палива, розроблені відповідно до стандартів, дозволяють уникнути потрапляння забруднень до палива на різних етапах, таких як транспортування, зберігання та експлуатація [5,6]. Це дозволяє

реалізувати в дизельних двигунах їх техніко-економічні та екологічні характеристики, відповідно до поставлених завдань.

Висновки. У результатах дослідження виявлено, що забруднене паливо негативно впливає на роботу дизельних двигунів, призводячи до прискореного зношування деталей паливної системи та зниження ефективності їх роботи. Через це виникають проблеми з пуском та потужністю двигуна, а також збільшується викид шкідливих речовин у атмосферу.

Використання сучасних методів та пристроїв очищення палива, які відповідають вимогам стандартів, дозволяє уникнути потрапляння забруднень до палива та забезпечує надійну роботу дизельних двигунів. Такі методи і пристрої дозволяють зберегти техніко-економічні та екологічні показники двигунів на необхідному рівні.

Отже, оптимізація процесів очищення палива та дотримання встановлених стандартів є важливими для забезпечення надійності та ефективності роботи дизельних двигунів, а також для збереження природного середовища від негативного впливу викидів шкідливих речовин.

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. 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.
3. 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.
4. Паладійчук Ю.Б., Телятник І.А., Буздиган М.В. Дослідження димності відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згорання, які працюють на дизельному паливі з елементами біопалива. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2022. № 2 (117). С.75-86.
5. Технічний сервіс в АПК: навч. посіб. / Л.В. Швець, Ю.Б. Паладійчук, О.О. Труханська. Вінниця: ВНАУ, 2019. 648 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.

Владислав ДЕРУНЕЦЬ⁵,
студент 2 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РОЗРОБКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ГУМАТІВ ПРИ ПРЕСУВАННІ СТЕБЛОВИХ КОРМІВ

Анотація. Розглядається питання підвищення ефективності, якості заготівлі та зберігання стеблових кормів, шляхом розробки установки для внесення гуматів при пресуванні.

Отримана теоретична модель для обґрунтування параметрів дозуючого пристрою установки для внесення гуматів в залежності від зміни щільності рулону при пресуванні. Встановлено, що точність внесення гуматів в процесі пресування сіна буде визначатися типом, кількістю форсунок та швидкістю витікання робочої рідини.

Ключові слова: стебловий корм, ущільнення, прес-підбирач, гумати, зберігання, якість, насос, форсунки, робоча рідина, технологія.

Annotation. The issue of improving the efficiency and quality of harvesting and storing stem fodder is being considered by developing a plant for applying humates during pressing.

A theoretical model was obtained for substantiating the parameters of the dosing device of the plant for the introduction of humates depending on the change in the density of the roll during pressing. It has been established that the accuracy of the introduction of humates in the process of pressing hay will be determined by the type and number of nozzles and the flow rate of the working fluid.

Keywords: stem fodder, compaction, baler, humates, storage, quality, pump, nozzles, working fluid, technology.

Вступ. Ефективність годівлі тварин залежить не тільки від поживності кормів, а й від їх засвоюваності. Велику роль в цьому відіграють кормові добавки, які створюють умови для активізації обмінних процесів в організмі тварин. Гумати є кормовою добавкою, яка впливає на продуктивність тварин. «Гумінові кислоти (гумати) – це клас сполук, утворений в результаті розкладання органічних речовин, зокрема є природними складовими питної води, ґрунту і бурого вугілля [1]. Вони пригнічують ріст бактерій та грибків, таким чином, зменшують рівень мікотоксинів в кормах» [2].

Гумінові речовини вступають в з'єднання з іонами металів, оксидів з утвореннями розчинів у воді, можуть взаємодіяти з органічними сполуками, такими як алкени, жирні кислоти, капілярно-активні речовини та пестициди. Особливістю гуматів є те, що вони здатні регулювати ґрунтові властивості, їх

⁵Науковий керівник: асистент Шаповалюк С.О., кафедра машин та обладнання с.-г. виробництва, інженерно-технологічного факультету, ВНАУ.

використовують для прискорення проростання насіння [1-3].

Враховуючи зазначені особливості гумінових кислот вони стають все поширенішими в якості кормової добавки. На думку багатьох авторів, застосування гумінових препаратів дозволяє підвищити поживну цінність кормів, зміцнити імунітет у тварин, підвищити їх продуктивність [1-2].

Забезпечивши навіть високу рівномірність стеблового корму в рулоні, не можна гарантувати його повне збереження, так як в процесі зберігання на стебловий корм впливають вихідні параметри, кліматичні чинники та умови зберігання [3, 4]. Тому для забезпечення зберігання пресованого сіна запропоновано застосовувати консервуючі добавки - гумати, що не роблять шкідливого впливу на навколишнє середовище і тварин.

Виклад основного матеріалу. Для внесення гуматів при пресуванні рулонів запропонована установка представлена на рис. 1.

Установка для внесення гуматів в рослинну масу монтується на корпус рулонного прес-підбирача і містить ємність 1 для гуматів, насос постійного тиску 2, запобіжний клапан 3, кульовий кран з електроприводом 4 для регулювання подачі гуматів і розподільний пристрій 5, виконаний у вигляді штанги 6 з форсунками 7. Всі елементи установки для внесення гуматів в рослинну масу з'єднанні між собою трубопроводами 8. Кульовий кран з електроприводом 4 з'єднаний з розподільним пристроєм 5 у вигляді штанги 6 з форсунками 7, а також є запобіжний клапан 3, з'єднаний трубопроводом 8 зворотнього зв'язку з ємністю 1.

Кульовий кран з електроприводом 4 електрично з'єднаний з блоком керування 9, який, в свою чергу, електрично з'єднаний з датчиком щільності пресування 10, шарнірно закріпленим на кінці пружини 11 механізму пресування. Розподільний пристрій 5 у вигляді штанги 6 з форсунками 7 встановлюється над підбирачем стеблового корму.

Установка для внесення гуматів в рослинну масу працює наступним чином.

При заїзді прес-підбирача на валок, сіно надходить на підбирач, одночасно з цим відбувається включення насоса постійного тиску 2, який подає гумати через систему трубопроводів 8 до запобіжного клапана 3, який додатково стабілізує тиск і скидає надлишки гуматів в ємність 1 при обмеженні його витраті. Регулювання подачі гуматів здійснюється за допомогою кульового крана з електроприводом 4, який електрично з'єднаний з блоком керування 9, та електрично з'єднаний з датчиком щільності пресування 10, шарнірно закріпленим на кінці пружини 11 механізму пресування, від кульового крана з електроприводом 4 гумати подаються до розподільного пристрою 5, виконаному у вигляді штанги 6 з форсунками 7, де і відбувається розпилення гуматів на рухомий стебловий корм.

У міру ущільнення рулону пружина 11 механізму пресування змінює свою довжину, тим самим впливає на датчик 10, який змінює опір, впливаючи на блок керування 9 кульового крана з електроприводом 4. В результаті кульовий кран з електроприводом 4 зменшує подачу гуматів в міру збільшення ступеня

пресування. Таким чином, в зонах з низьким ступенем ущільнення норма внесення гуматів більша, а в зонах високого ступеня ущільнення менша, що забезпечує високу якість збереження сіна при меншій витраті гуматів.

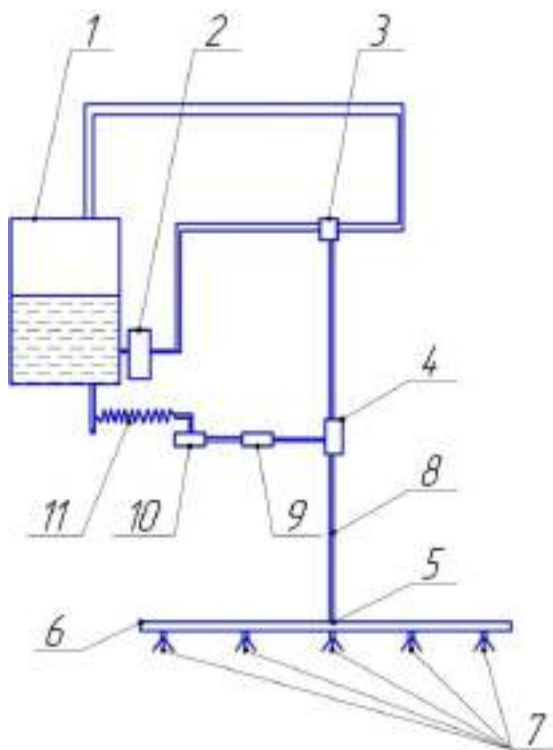


Рис. 1. Схема установки для внесення гуматів при пресуванні стеблових кормів:
1 – ємність, 2 – насос постійного тиску, 3 – запобіжний клапан, 4 – кульовий кран з електроприводом, 5 – розподільний пристрій, 6 – штанга, 7 – форсунки,
8 – трубопровід, 9 – блок керування, 10 – датчик щільності пресування,
11 – пружина механізму пресування.

**Джерело: сформовано автором*

Застосування установки для внесення гуматів в рослинну масу дозволяє знизити витрату гуматів і забезпечити високу збереженість пресованого сіна за рахунок розподілу гуматів відповідно до щільністю пресування.

У процесі пресування сіна щільність рулону в радіальному напрямку буде нерівномірною. Збереження пресованого сіна буде визначатися щільністю пресування, де вища щільність, там краще збереження. При утворенні рулону ущільнення відбувається за рахунок намотування шарів в камері пресування постійного об'єму, при цьому зовнішні шари рулону будуть стискуватися сильніше, ніж внутрішні. Ущільнення внутрішніх шарів буде відбуватися за рахунок деформування в більшій чи меншій ступені всіх шарів рулону з урахуванням їх релаксацій. Верхні шари сіна найбільш деформовані і матимуть меншу товщину. Розподіл щільності пресування сіна і його об'ємної маси буде залежати від розташування і часу формування рулону.

Закон зміни щільності рулону [5]:

$$\gamma = \frac{b}{a} e^{arp} + \frac{kt^2}{2} + \gamma_0, \quad (1)$$

Де:

γ – щільність рулону, кг/м³;

b – розмірний коефіцієнт, 1/м

a – питомий коефіцієнт, кг/м⁴

r_p – радіус рулону, м.

На основі проведених досліджень встановлена залежність витрати гуматів від щільності сіна в рулоні, що забезпечує його зберігання.

$$Q = \lambda \cdot \gamma \cdot V, \quad (2)$$

Де:

Q – витрати гуматів, кг;

V – об'єм рулону, м³

λ – коефіцієнт витрати гуматів, кг/кг.

Так як швидкість підбирача і вага погонного метра валка відносно постійні, то витрата гуматів буде залежати від часу формування рулону та щільності шарів пресованого сіна. Враховуючи, що при більшій щільності менша ймовірність псування сіна, відповідно можна зменшити витрату гуматів в більш щільних шарах рулону. Миттєва витрата гуматів буде залежати від секундної подачі сіна, а також від норми витрати розчину гуматів.

$$Q = qt = \lambda \gamma V, \quad (3)$$

Де:

q – миттєва витрата гуматів, кг/с;

t – час форматування рулону, с;

Звідки отримаємо:

$$q = \frac{\lambda \gamma V}{t}, \quad (4)$$

$$q = \lambda \cdot V \cdot \left(\frac{b \cdot e^{ar}}{a \cdot t} + \frac{k \cdot t}{2} + \frac{\gamma_0}{t} \right), \quad (5)$$

З іншої сторони, миттєва витрата гуматів залежить від параметрів режиму роботи та параметрів установки [5]:

$$q = S_d \cdot v_{ж} \cdot \rho, \quad (6)$$

Де:

S_d – площа перетину дозуючого пристрою, м²;

$v_{ж}$ – швидкість закінчення розчину, м/с;

ρ – щільність розчину, кг/м³.

Порівнявши вирази (5) і (6) отримаємо вираз для визначення змін пропускнувності дозуючого пристрою:

$$\theta = S_d \cdot v_{ж} = \frac{\lambda V}{p} \left(\frac{b \cdot e^{ar}}{a \cdot t} + \frac{k \cdot t}{2} + \frac{\gamma_0}{t} \right), \quad (7)$$

Де:

θ – пропускна здатність дозуючого пристрою, м³/с.

Таким чином, отримана залежність для обґрунтування параметрів дозуючого пристрою установки для внесення гуматів в залежності від параметрів зміни щільності рулону пресованого сіна. Витрата гуматів в цьому випадку буде залежати від щільності пресування, тобто часу початку формування рулону, з іншого боку, витрата гуматів буде визначатися площею прохідного перерізу форсунок, тобто їх типом і кількістю. Швидкість витікання рідини з форсунок буде визначатися тиском в напірній магістралі, тому точність внесення гуматів в процесі пресування сіна буде визначатися типом форсунок, їх кількістю та тиском в напірній магістралі [5, 6].

На підставі залежності (7) в програмі Mathcad розраховані параметри процесу внесення гуматів з урахуванням щільності пресування та побудована графічна залежність (рис. 2).

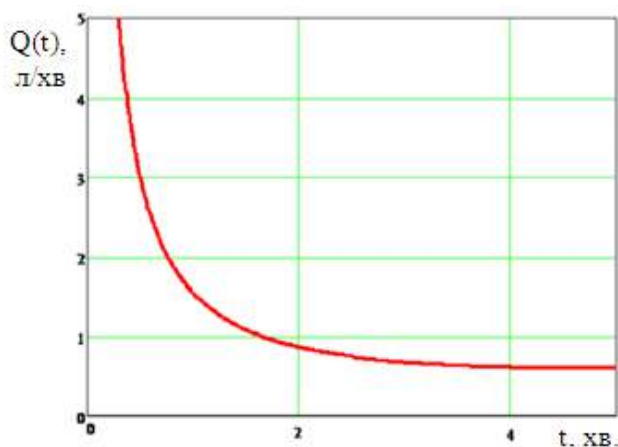


Рис. 2. Графік витрати гуматів (л/хв) в залежності від часу пресування рулону (хв). Джерело: сформовано автором

Аналіз графічної залежності (рис. 2) показав, що максимальна витрата гуматів відбувається на початку процесу пресування, коли формуються найменш щільні шари (серцевина рулону), при цьому максимальна витрата препарату становить близько 4-5 л/хв, при збільшенні щільності пресування витрата препарату суттєво зменшується, так як підвищена щільність пресування виключає потрапляння вологи та контакт з атмосферним повітрям.

Висновки. Для підвищення збереження пресованого сіна запропонована технологічна операція внесення консервантів в процесі заготівлі стеблових кормів. Для її реалізації розроблена конструктивно-технологічна схема установки для внесення гуматів в рослинну масу при пресуванні, що включає ємність для гуматів, насос постійного тиску, запобіжний клапан, кульовий крана з електроприводом для регулювання подачі гуматів та розподільний пристрій, виконаний у вигляді штанги з форсунками. Кульовий кран з електроприводом електрично з'єднано з датчиком щільності

рулону механізму пресування. Розподільний пристрій у вигляді штанги з форсунками дозволяє рівномірно вносити гумати в залежності від щільності пресування сіна.

Отримана теоретична модель для обґрунтування параметрів дозуючого пристрою установки для внесення гуматів в залежності від зміни щільності рулону при пресуванні. Витрата гуматів залежить від щільності пресування і часу формування рулону. Максимальна витрата препарату становить близько 5 л/хв, при збільшенні щільності пресування витрата препарату суттєво зменшується, так як підвищена щільність пресування знижує потрапляння вологи та контакт з атмосферним повітрям. Встановлено, що точність внесення гуматів в процесі пресування сіна буде визначатися типом, кількістю форсунок та швидкістю витікання робочої рідини.

Список використаної літератури.

1. Богусловський В. Н., Левицький Б.В. Системний аналіз використання гуматів. *Агрехімічний вісник*. 2005. № 5. С. 20–21.
2. Правда про гумати та їх ефективність веб-сайт. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/814-pravda-pro-gumati-ta-yih-efektivnist> (дата звернення 29.03.2024)
3. Курнаєв О. М., Нікітенко Л. Г. Шляхи збереження енергетичної та протеїнової цінності люцернового сіна при машинній технології заготівлі. *Корми і кормовиробництво*. 2006. Вип. 56. С. 92–97.
4. Мазур В. А., Балагура О. В., Журенко Ю. І. Вплив кількості технологічних операцій на фізико-механічні властивості біомаси люцерни при заготівлі сіна. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018. № 4 (103). С. 9–17.
5. Войтюк Д.Г., Барановський М.В., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.
6. Іванов М.І., Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Гідравліка: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2019. 222 с.

Ілля ТВЕРДОХЛІБ⁶,
студент 4 курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

АНАЛІЗ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБКАТКИ ДВИГУНІВ МАЛОГАБАРИТНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Анотація. У даній роботі проведено аналіз проблем обкатки двигунів малогабаритної сільськогосподарської техніки, зокрема тракторів та мотоблоків. Виявлено відсутність спеціалізованих випробувальних стендів для

⁶Науковий керівник: Телятник І.А. асистент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

цієї категорії техніки, що ускладнює ефективну передексплуатаційну обкатку двигунів. Впровадження передових технологій обкатки сприятиме підвищенню продуктивності та ефективності сільськогосподарського виробництва.

Ключові слова: обкатка двигунів, малогабаритна сільськогосподарська техніка, випробувальні стенди, передексплуатаційна обкатка.

Annotation. This paper analyzes the problems of running-in engines of small agricultural machinery, in particular tractors and walk-behind tractors. The lack of specialized test stands for this category of equipment was found, which complicates the effective pre-operational running-in of engines. The introduction of advanced break-in technologies will help increase the productivity and efficiency of agricultural production.

Keywords: engine run-in, small-sized agricultural machinery, test stands, pre-operational run-in.

Вступ. Малогабаритна сільськогосподарська техніка потужністю до 16 кВт відіграє важливу роль у механізації праці малих фермерів та індивідуальних присадибних товаровиробників [1-4]. Це включає малогабаритні 4 колісні трактори, 2 колісні мотоблоки, мотокультиватори, машини та обладнання, призначені для виконання різних робіт в сільському господарстві, таких як роботи в рослинництві, садівництві, городництві та тваринництві на невеликих ділянках.

В Україні налічується понад 100 видів такої техніки, з загальною кількістю експлуатованих двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) понад 5,5 мільйонів. Більше третини з них – двотактні [1]. Кожного року до сервісних центрів та ремонтних підприємств потрапляє від 30 до 70 тисяч несправних одиниць малогабаритної техніки з ДВЗ, більшість з яких мають дефекти саме в ДВЗ.

Витрати на ремонт можуть перевищувати вартість самого ДВЗ в 5-6 разів, а після ремонту продуктивність та ресурс двигуна помітно зменшуються. Це вимагає поліпшення технічного сервісу цієї техніки [1].

Одним зі способів поліпшення технічного сервісу є проведення якісної заводської та післяремонтної обкатки, що дозволить продовжити термін служби і збільшити ресурс ДВЗ. Проте, ці процедури не проводяться заводами-виробниками і ремонтними підприємствами. Невиконання обкатки може призвести до швидкого зносу та поломок [1-4]. Тому потрібно розглянути можливість адаптації сучасних технологій обкатки для малогабаритної сільськогосподарської техніки, що залишається актуальною науковою задачею.

Виклад основного матеріалу. Технології обкатки ДВЗ, що використовуються у ремонтних підприємствах і сервісних центрах, зазвичай включають три етапи: холодна обкатка, гаряча обкатка без навантаження (на холостому ході) і гаряча обкатка під навантаженням. Проте, є розбіжності у думках щодо призначення та змісту цих етапів [1,2].

Деякі фахівці вважають, що етап холодної обкатки можна виключити, а інші вважають, що цей етап має велике значення, оскільки знос за цей період

становить до 70% від загального зносу деталей. Проте відсутні загальноприйняті методики для оптимального режиму обкатки та підробітки ДВЗ.

Також існують суперечливі рекомендації щодо швидкісних режимів холодної обкатки, тому питання вибору початкової частоти обертання двигуна залишається актуальним [1,2]. Наприклад, деякі ремонтні підприємства використовують холодну обкатку при 120 об/хв, проте дослідження показують, що малі швидкості ковзання можуть збільшувати знос деталей в кілька сотень разів порівняно з вищими швидкостями.

Існує потреба в подальшому дослідженні для визначення оптимального режиму обкатки ДВЗ із забезпеченням їхньої надійності та тривалого функціонування.

Автор роботи рекомендує встановлювати швидкості ковзання вище критичних. Однак він також відзначає, що почати обкатку з найменшої кількості обертів є правильним, оскільки це забезпечує мінімальне навантаження на поверхні тертя. Однак вибір мінімальної кількості обертів залежить від кількості масла, яка подається до поверхонь тертя.

Відзначено, що початкові хвилини обкатки є найінтенсивнішими у зносі двигуна, що потребує інтенсивного охолодження. Тому автори настійно рекомендують визначати мінімально допустиму кількість обертів для кожної марки ДВЗ індивідуально.

У роботі [2] також зазначено, що при великій швидкості ковзання та малих навантаженнях процес припрацювання вимагає більш тривалого часу через рідинний і напіврідинний режим тертя. Зі зменшенням швидкості ковзання відбувається більш інтенсивно через граничне тертя.

Отже, сучасні технології холодної обкатки ДВЗ характеризуються підвищеним швидкісним режимом першого ступеня, що пояснюється вузьким діапазоном серійних випробувальних стендів, реалізованих за застарілими технологіями.

Існує спосіб обкатки ДВЗ [1-4], що передбачає початок холодної обкатки на максимальних обертах з подальшим зниженням до мінімуму. Цей підхід вимагає складних обчислень для визначення оптимальних параметрів.

Дослідження вказують на доцільність завершення холодної обкатки при підвищених частотах, близьких до номінальних, що сприяє кращому припрацюванню деталей ДВС.

Однак, використання серійних обкатно-гальмівних стендів для таких методів складне через їхні обмеження на низьких швидкостях. Це може потребувати додаткового обладнання, збільшуючи вартість стендів.

У сучасний час існує різноманіття стендів для обкатки та тестування ДВЗ різних конструкцій. Серед них можна виокремити такі поширені моделі, як універсальні обкатувальні стенди серії КС від ТОВ "Копіс", стенди для тестування ДВЗ "КОНТУР-СІД" від ТОВ "Кер Інжиніринг", і випробувальні стенди серії КИ ГОСНИТИ.

Ці стенди можна розділити на дві категорії: гальмівні, де використовуються електричні, гідравлічні або пневматичні пристрої для

навантаження, і безгальмівні, де навантаження контролюється за допомогою маховика, паливодозуючого органу, дроселя або рециркуляції газів.

Один з найбільш відомих представників безгальмівних стендів - універсальні обкатувальні стенди з динамічним вантаженням серії КС від ТОВ "Копіс" (рис. 1). Однак, недоліком цих стендів є використання одношвидкісного режиму холодної обкатки з використанням асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором (750 об/хв). Цей спосіб пуску може призвести до утворення задирів та неприпрацювань поверхонь, а також до перевантажень електричної мережі [1-4].



Рис 1. Стенд КС 276 для обкатки двигуна.

На сьогоднішній день гальмівні стенди знайшли широке застосування в промисловості. Особливо слід відзначити серію обкатно-гальмівних стендів КІ ГОСНИТИ, які складаються з трифазних асинхронних електричних машин з фазним ротором, пускової апаратури, настановних та з'єднувальних пристроїв, систем вимірювання витрати палива та інших параметрів ДВЗ [2].

Характерною рисою стендів виробництва ГОСНИТИ є використання властивості оборотності електричних машин. Під час холодної обкатки вони працюють у руховому режимі, а під час гарячої – у генераторному [2]. В цих стендах використовуються електричні машини з номінальною частотою обертання ротора від 500 до 1500 об/хв [2].



Рис 2. Стенд для обкатки і випробовування двигунів ГОСНИТИ КИ-35503.

Недоліки гальмівних стендів, включаючи випробувальні стенди серії КИ ГОСНИТИ, переважно походять від недоліків електричних навантажувальних пристроїв, або гальм [1-4].

Навантажувальні пристрої для обкатки ДВЗ зазвичай класифікуються залежно від того, наскільки ефективно вони використовують енергію випробуваного двигуна. На рисунку 3 представлена класифікаційна схема таких пристроїв.

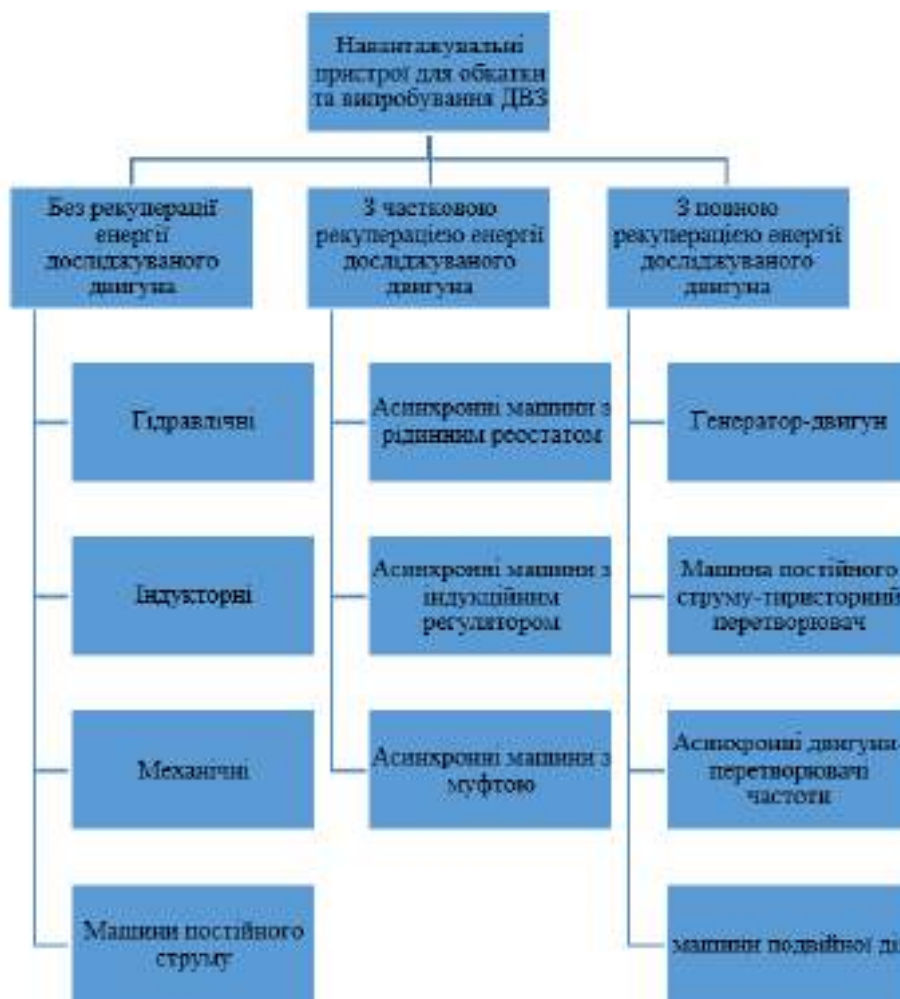


Рис 3. Класифікаційна схема навантажувальних пристроїв.

Перша група включає навантажувальні пристрої, де енергія випробуваного двигуна повністю витрачається або утилізація цієї енергії є складною. До цієї категорії відносяться індукторні, гідравлічні і механічні гальма, а також навантажувальні пристрої на основі машин постійного струму, навантажені на активний опір.

Друга група включає навантажувальні пристрої, де частина енергії випробуваного двигуна рекуперується в електричну мережу [2]. Ці пристрої є найбільш поширеними, і саме вони використовуються в конструкції обкатно-гальмівних стендів серії КИ ГОСНИТИ, які набули найбільшого поширення в Україні. Серед них електричні гальма на основі асинхронних машин з рідинним

реостатом, а також на базі асинхронних машин з індукційним регулятором та навантажувальні пристрої на основі асинхронних машин з муфтою ковзання.

До третьої групи належать навантажувальні пристрої, що є найбільш вдосконаленими, оскільки практично повністю відновлюють енергію випробуваного двигуна у живильну електричну мережу [2]. Ці гальмівні пристрої відрізняються високими енергетичними показниками та простотою автоматизації процесу обкатки і випробування двигунів, а також мають сучасну елементну базу. До них належать такі типи навантажувальних пристроїв, як «генератор - двигун», гальмівні пристрої, що працюють за системою «машина постійного струму – тиристорний перетворювач», навантажувальні пристрої на основі машини подвійного живлення і гальмівні пристрої типу «асинхронний двигун – перетворювач частоти».

Навантажувальні пристрої типу «асинхронний двигун – перетворювач частоти» вважаються найбільш вдосконаленими на сьогодні. За допомогою перетворювача частоти можна регулювати частоту обертання під час холодної обкатки і навантажувальний момент під час гарячої обкатки, що дозволяє змінювати вихідну частоту від 0 до 400 Гц [2,3]. Розгін і гальмування асинхронного двигуна в таких установках здійснюються плавно, а за необхідності - по лінійній залежності від часу.

На українському ринку представлена велика кількість виробників перетворювачів частоти, переважно іноземних - азіатських (китайських, японських), європейських, американських та інших.

Найпопулярнішими виробниками перетворювачів частоти є Siemens (з їхньою серією Micromaster), Danfoss, Lenze, General Electric зі Сполучених Штатів, і японські компанії Mitsubishi Electric, Omron, Hitachi, Toshiba, а також корейські та тайванські виробники, такі як LG Hyundai Electronics. Хоча Китай також випускає перетворювачі частоти, їхні вироби не завжди відзначаються високою якістю, на відміну від корейських. Україна також має вітчизняних виробників, таких як ОВЕН [2,3].

За конструкцією, перетворювачі частоти можна розділити на два типи: дволанкові та безпосередні. Обидва ці типи можуть використовуватися для створення навантажувальних пристроїв стендів для обкатки ДВЗ, але вибір оптимальної конструкції перетворювача частоти є важливим аспектом.

Навантажувальні пристрої на базі асинхронного двигуна з дволанковим перетворювачем частоти, який працює за схемою «активний випрямляч - автономний інвертор напруги», мають численні переваги, такі як компактні розміри, надійна конструкція, висока ефективність, широкий діапазон регулювання та можливість рекуперації енергії [2,3]. Проте вони мають недоліки, такі як втрати енергії через подвійне перетворення, що може трохи знизити ефективність системи.

Щоб усунути цей недолік, можна використовувати обкатно-гальмівні стенди з навантажувальним пристроєм, що працює на безпосередньому перетворювачі частоти з асинхронним двигуном. Такі пристрої силової

електроніки поділяються на безпосередні перетворювачі частоти з природною комутацією та з примусовою комутацією.

Застосування першого типу в обкатних стендах може бути необґрунтованим з точки зору швидкісних режимів обкатки ДВЗ. Це через те, що ці перетворювачі дозволяють регулювати частоту, що підводиться до двигуна, лише нижче від номінальної [3]. Це обмежує навантажувально-швидкісний режим роботи стенда. Застосування ж перетворювачів з примусовою комутацією може вирішити цю проблему, але такі перетворювачі є дорожчими через більшу кількість напівпровідникових приладів, необхідних для їхньої реалізації.

На жаль, на сьогоднішній день випробувальні стенди для обкатки ДВЗ, оснащені навантажувальними пристроями на базі перетворювачів з примусовою комутацією, ще не представлені на ринку виробництва.

Серед загальних недоліків випробувальних стендів ДВЗ з електричними навантажувальними пристроями є високий рівень шуму, вібрацій і загазованості приміщень під час гарячої обкатки, що створює важкі умови праці персоналу. Деякі гальмівні стенди використовують холодну обкатку двигунів, подаючи повітря під тиском в циліндри ДВЗ для створення додаткових навантажень [3].

Також важливо відзначити, що спеціалізовані обкатні стенди призначені для однотипних двигунів за їхньою потужністю і частотою обертання. Це призводить до необхідності мати на ремонтних підприємствах до трьох типорозмірів стендів, що не завжди доступно для невеликих сервісних центрів. У зв'язку з цим, у випадках відсутності стендів, ДВЗ можуть обкатувати шляхом холодного ходу або під навантаженням безпосередньо на машині [3,4].

Практична реалізація рекомендованих швидкісних режимів холодної обкатки часто ускладнюється обмеженим діапазоном частот обертання стандартних обкатних стендів, які зазвичай складають 300 ... 1500 об/хв.

Відповідно до ДСТУ ISO 26322-2:2013 та ГОСТ 28523-90, малогабаритною технікою розуміються такі засоби [3]:

1. Трактори універсально-просапні з потужністю до 16 кВт (до 22 к.с.).
2. Машини сільськогосподарські, які можуть агрегатуватися з малогабаритними тракторами.
3. Інструмент, інвентар та засоби малої механізації для садівництва і городництва.
4. Машини і обладнання для бджільництва, шовківництва і обробки захищеного ґрунту.
5. Легкові автомобілі, бортові, шасі та фургони з повною масою не більше 3,5 тонн.

Ці мобільні засоби мають обмеження за масою та розміром, і їх потужність може бути різною залежно від типу:

- Переносні: 0,3 ... 3 кВт.
- Пішохідні: 3 ... 10 кВт.
- Мобільні: 10 ... 16 кВт.
- Стаціонарні: 0,1 ... 10 кВт.

Важливо, що ці засоби малої механізації використовуються на сільськогосподарських об'єктах і повинні відповідати основним вимогам щодо глибини обробітку ґрунту, висоти зрізу та іншим агротехнічним параметрам. Також вони можуть бути укомплектовані двотактними або чотиритактними двигунами [3,4].

Згідно з ГОСТ 28523-90, малогабаритні трактори, включаючи одноосьові (мотоблоки) і двовісні, класифікуються та характеризуються згідно таблиці 1.1 даного стандарту.

Після аналізу дефектів, що надійшли на гарантійне обслуговування, встановлено, що найбільша кількість несправностей стосується циліндропоршневої групи (22%) і поломки підшипників кочення на шатунній шийці колінчастого вала (14%). Аналіз причин відмов свідчить про необхідність проведення передексплуатаційної обкатки всіх двигунів, які встановлюються на малогабаритну сільськогосподарську техніку. Крім того, різноманіття методів обкатки ДВЗ і розбіжності думок у науковій спільноті стосовно їх вибору підкреслюють потребу у вирішенні проблеми вибору оптимального методу обкатки для кожного двигуна індивідуально [4].

Таблиця 1

Типи малогабаритних тракторів і мотоблоків.

Тип	Маса, кг	Потужність двигуна, кг	Максимальна швидкість, км/год.	
			Робоча	Транспортна
МГТ двовісні				
Легкий	До 500	До 10	6	15
Середній	До 650	До 14	6	15
Важкий	Понад 650	Понад 14 до 16	6	15
МГТ одновісні (мотоблоки)				
Легкий	До 70	До 3	6	15 з причепом
Середній	До 100	До 5	6	15 з причепом
Важкий	Понад 100	Понад 5	6	15 з причепом

Також слід відзначити, що на сьогоднішній день практично відсутні спеціалізовані стенди для обкатки ДВЗ малогабаритної сільськогосподарської техніки. Існує лише один стенд, призначений для ресурсних і динамічних випробувань мотоблоків, що дозволяє проводити гарячу обкатку двигуна мотоблока [4]. Однак цей стенд є морально застарілим і не відрізняється високою енергоефективністю та здатністю забезпечити широкий спектр технологій холодної та гарячої обкатки двигунів через обмежений діапазон навантажувально-швидкісних режимів.

Відсутність спеціалізованих випробувальних стендів для обкатки ДВЗ малогабаритної сільськогосподарської техніки може пояснюватися невисокою вартістю таких засобів і їх двигунів, а також складністю і непрактичністю адаптації існуючих обкатно-гальмівних стендів для малогабаритних тракторів через великі енергетичні витрати, потужності і вартість. Однак якісна обкатка може збільшити ресурс двигуна на 20-40% і продовжити термін його служби [4].

Отже, розробка і вдосконалення технологій і технічних засобів для обкатки і випробування двигунів малогабаритних тракторів є критично важливою, оскільки це дозволить істотно підвищити ресурс як нових, так і капітально відремонтованих двигунів.

Висновки. У контексті малогабаритної сільськогосподарської техніки, особливо тракторів та мотоблоків, виявлено значні проблеми у сфері обкатки двигунів. Відсутність спеціалізованих стендів для цієї категорії техніки створює складнощі у проведенні ефективної передексплуатаційної обкатки, що відбивається на якості та тривалості роботи двигунів. На сьогоднішній день існуючі стенди не відповідають вимогам сучасності і мають обмежений функціонал, що ускладнює процес обкатки та випробувань.

Розробка та впровадження спеціалізованих випробувальних стендів для обкатки двигунів малогабаритної сільськогосподарської техніки є актуальним завданням. Такі стенди мають бути ефективними, енергоефективними та забезпечувати широкий діапазон навантажувально-швидкісних режимів. Впровадження передових технологій обкатки дозволить значно підвищити якість та тривалість роботи двигунів малогабаритної сільськогосподарської техніки, що в свою чергу сприятиме підвищенню продуктивності та ефективності сільськогосподарського виробництва.

Список використаної літератури

1. Сидорчук О. В., Котенко С. С., Василенко М. О., Кучерявий В. М. Проблеми технічного сервісу сільськогосподарської техніки. Механізація та електрифікація сільського господарства. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Глеваха. 2014. Випуск 99, т.2. С. 299–307.
2. 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.
3. Паладійчук Ю.Б., Телятник І. А. Обґрунтування параметрів зниження токсичності відпрацьованих газів дизельних двигунів. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 1 (108). С. 44-57.
4. Швець Л. В., Паладійчук Ю. Б., Труханська О. О. Технічний сервіс в АПК: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2019. 648 с

Вадим ШЕВЧУК⁷,
студент 2 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОЧИСТКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН: ВИКОРИСТАННЯ ВОДЯНОГО ТИСКУ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ РЕСУРСІВ

***Анотація.** Сільськогосподарські машини і агрегати зазнають серйозного забруднення, вимагаючи використання спеціальних миючих засобів. Струменеве миття водою під тиском використовується для цього, але його недолік – велика витрата води.*

У цій статті розглядається питання оптимізації процесу очищення сільськогосподарської техніки з використанням обмежених ресурсів води.

***Ключові слова:** сільськогосподарські машини, мійки високого тиску, струмінь води, зовнішні забруднення, технічне обслуговування.*

***Annotation.** Agricultural machines and units are subject to serious contamination, requiring the use of special detergents. Jet washing with water under pressure is used for this, but its disadvantage is high water consumption.*

This article examines the issue of optimizing the process of cleaning agricultural machinery using limited water resources.

***Key words:** agricultural machines, high pressure washers, water jet, external pollution, maintenance.*

***Вступ.** Сільськогосподарські машини, в ході експлуатації, стикаються з інтенсивним забрудненням, яке накопичується на поверхнях їх вузлів у вигляді різноманітних відкладень, таких як дорожньо-грунтові залишки, рослинні залишки, маслянисто-грязьові відкладення, технологічні забруднення тощо. З течією часу ці відкладення стають причиною формування щільного нальоту. Цей нальот може негативно впливати на ефективність роботи машини, порушуючи тепловий баланс двигуна, призводячи до зношення рухомих деталей та сприяючи інтенсивній корозії [1-3].*

Враховуючи всі ці аспекти, зовнішня очистка сільськогосподарської техніки виявляється ключовим етапом в системі технічного обслуговування. Цей процес сприяє підвищенню ефективності використання техніки в умовах сучасного сільськогосподарського виробництва.

Використання форсунок із обертовим рухом струменя води є одним із способів зменшення витрати води при процесі миття струменем води під тиском. Цей метод дозволяє не лише ефективно зменшити споживання води, але й охопити більшу площу під час миття [1-3]. Робота сільськогосподарських машин

⁷Науковий керівник: Паладійчук Ю.Б. к.т.н, доцент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

з великим забрудненням може призвести до скорочення термінів експлуатації, порушення режимів роботи двигуна та системи охолодження, а також пришвидшити знос тертя деталей.

Тема дослідження про актуальність інтенсифікації процесу очищення сільськогосподарських машин і агрегатів з використанням обмежених ресурсів води є надзвичайно важливою в сучасних умовах. Забруднення цих машин різними видами забруднювачів є поширеним явищем, а використання струменя води під тиском для їх очищення стає стандартним підходом [1-3]. Проте, найбільш серйозним обмеженням у використанні цих машин є велика витрата води. Тому пошук способів зменшення цієї витрати та підвищення ефективності процесу очищення є актуальним науковим завданням сучасності.

Виклад основного матеріалу. Сучасні малі та середні сільськогосподарські виробники висувають високі вимоги до доступної та ефективної техніки для миття своєї сільськогосподарської техніки, яка повинна впоратися з різноманітними видами забруднень. Серед різних доступних мийних пристроїв найбільш поширеною стала використання мийок високого тиску.

Забруднення, характерні для сільськогосподарської техніки, мають складну структуру та можуть включати різні рідкі та тверді фази, які мають різну адгезію. Це впливає на силу зчеплення частинок забруднення з поверхнею, яку слід очищати [1-5].

Мийки високого тиску забезпечують ефективне видалення різноманітних забруднень з поверхонь сільськогосподарської техніки за допомогою струменів води під високим тиском. Застосування миючих засобів, гарячої води та різноманітних насадок для очищення ще більше підвищує ефективність та якість процесу миття.

Головною проблемою використання таких очищувальних пристроїв є велика витрата води, яка на сьогоднішній день є обмеженим та цінним ресурсом, особливо в південних регіонах України, де водний дефіцит може бути особливо актуальним.

Тому важливо приділити основну увагу економії води як цінного природного ресурсу, особливо для малих і фермерських господарств, при розробці альтернативних конструкцій мийних пристроїв високого тиску. Ці нові конструкції мають забезпечити ефективніше використання енергії струменів води без збільшення тиску.

Проведення мийно-очисних операцій вимагає вирішення деяких складнощів. По-перше, це різноманітність видів забруднень (рис.1), які потребують різних методів очищення, миючих засобів та обладнання. По-друге, об'єкти очищення (машини, агрегати, вузли, деталі) відрізняються за масою, матеріалом, конструкцією та формою [1-5].

Фізико-хімічне очищення, яке включає емульгування, молекулярні перетворення, розчинення, диспергування, хімічне травлення поверхні та інші процеси, використовується для ефективного видалення забруднень. Цей метод в

основному базується на застосуванні миючих засобів, які можуть бути органічними, емульгуючими розчинниками, кислотними або синтетичними.

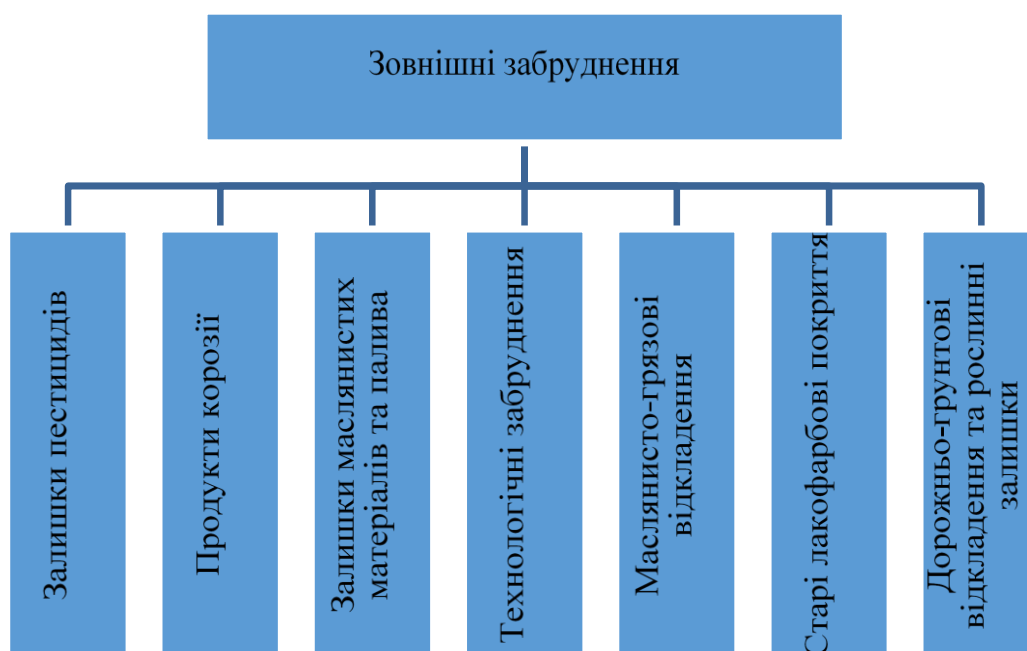


Рис. 1. Класифікація видів забруднення.

Синтетичні миючі засоби є найбільш ефективними, оскільки містять речовини, які здатні знижувати поверхневу енергію (поверхневий натяг), що характеризує їхню поверхневу активність. Ці речовини, відомі як поверхнево-активні речовини (ПАР), ефективно руйнують забруднення на поверхні, що піддається очищенню [2].

Проте фізико-хімічне миття має свої недоліки. Зокрема, воно може мати значний негативний вплив на навколишнє середовище, а також може становити загрозу для оператора миючого пристрою через вплив агресивних хімічних речовин.

Проте основним недоліком фізико-хімічного миття залишається його значний негативний вплив на навколишнє середовище та можливість завдання шкоди оператору миючого пристрою.

Щодо методів видалення забруднень (рис. 2), мийно-очисні технології розділяються на механічні (видалення забруднень струменем води під високим тиском або ручним методом з використанням металевих щіток чи скребоків) та фізико-хімічні.

Фізико-хімічні технології видаляють забруднення шляхом хімічного розкладання і змивання в процесі протікання хімічних реакцій [1-4].

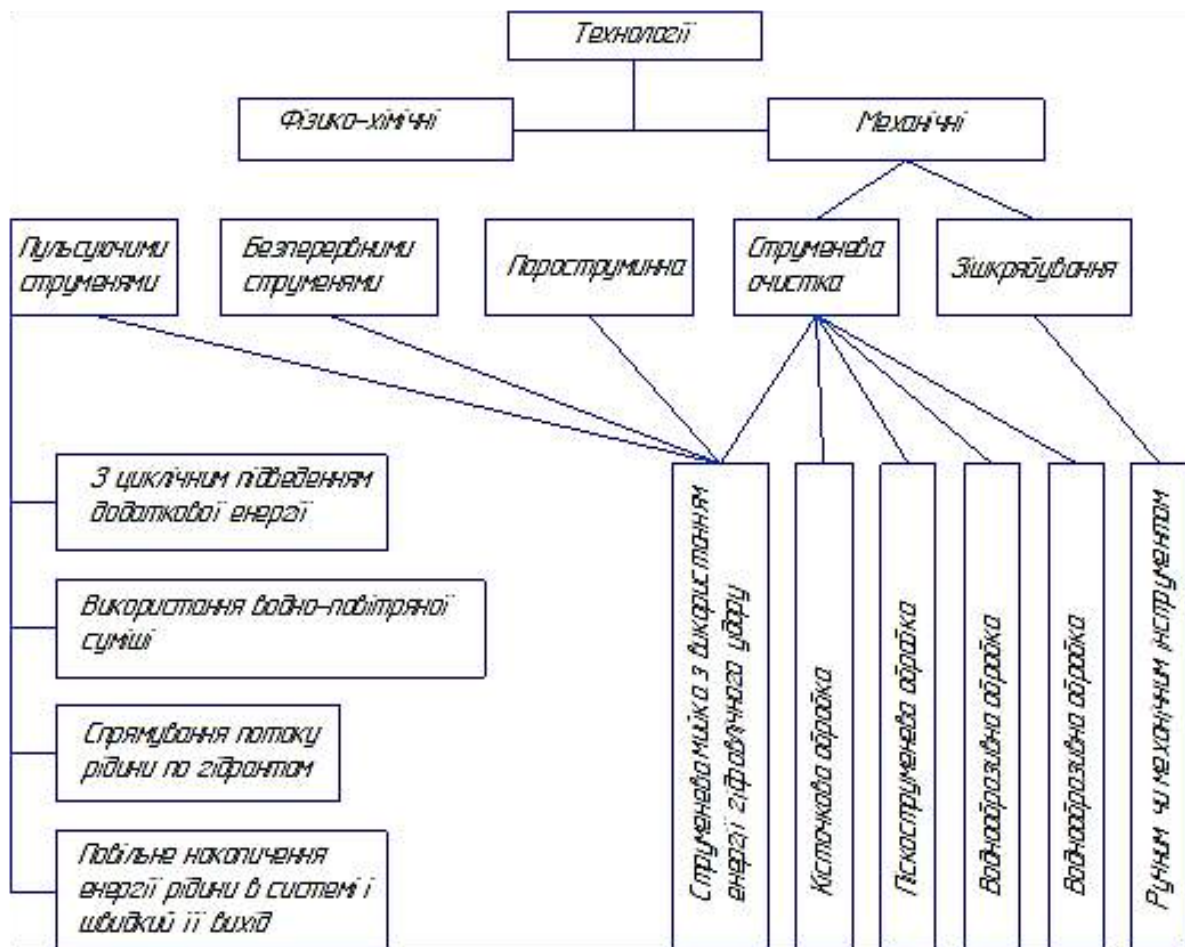


Рис. 2. Технології видалення забруднень з поверхні машини.

В технології очищення водним струменем використовується енергія гідравлічного удару як механічний фактор. Принцип дії гідравлічного струменя на забруднену поверхню ілюстрований на рисунку 3.

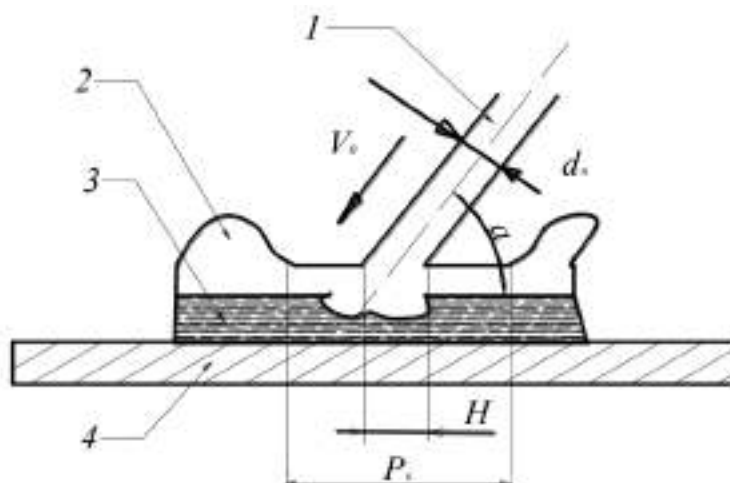


Рис. 3. Схема впливу струменя на очищувану поверхню.

1 - потік рідини; 2 - гідравлічний стрибок потоку; 3 - забруднення; 4 - очищувана поверхня; V_0 - швидкість струменя; α - кут нахилу (атаки) струменя; P - сила впливу струменя на забруднену поверхню; N і T - нормальна і тангенціальна складові сили впливу струменя на забруднену поверхню; d_n діаметр струменя.

Використання гідравлічного струменя для видалення слабо зв'язаних і середньо зв'язаних забруднень забезпечує високу ефективність очищення.

Очищувальна сила гідравлічного удару визначається за формулою, яка наведена у джерелах [2-5].

$$P = m_0 v_0 (1 - \cos \alpha) = \rho \omega_0 v_0^2 (1 - \cos \alpha), \quad (1)$$

де P – сила удару струменя, Н;

m_0 – секундна маса рідини, кг/с;

ρ – щільність рідини, кг/м³;

v_0 – швидкість витікання рідини з сопла, м/с;

ω_0 – переріз струменя, м²;

α – кут відбивання від точки зустрічі з перешкодою, рад;

Продуктивність та якість водно струменевої очистки залежить від швидкості витікання рідини з сопла, яку розраховують за виразом:

$$v_0 = \varphi \sqrt{2gH}, \quad (2)$$

де H – напір води, м;

g – прискорення сили тяжіння м/с²;

φ - коефіцієнт швидкості залежить від форми отвору і типу насадки.

Швидкість v_0 - визначає витрата води Q через насадки:

$$Q = \frac{\pi d^2 v_0}{4000} \quad (3)$$

де d – діаметр сопла.

Шляхом зменшення діаметра сопла (d) та підвищення тиску, ми досягаємо високої швидкості витікання рідини, що призводить до збільшення механічної сили удару за тієї ж витрати води.

Використання водоструминних технологій для видалення середньо і сильнозв'язаних забруднень обмежується необхідністю різкого збільшення тиску подачі миючого розчину, що призводить до зростання споживання електроенергії.

Однак застосування сучасного мийного обладнання з використанням ефективних мийних засобів дозволяє якісно видаляти широкий спектр забруднень, притаманних сільськогосподарському виробництву, що в свою чергу зменшує затрати часу і зусиль, та забезпечує високу якість технологічних операцій миття.

Сучасне обладнання для миття та очищення забруднень може бути класифіковане за наступними ознаками [2-4]:

- За функціональним призначенням: включає в себе пристрої для зовнішнього миття, очищення вузлів, агрегатів і деталей.

- За типом: охоплює різноманітні види обладнання, такі як струминні, моніторні, заглибні, комбіновані та спеціальні мийки.

- За ступенем впливу на сільськогосподарську техніку: може включати обладнання з контактним впливом, безконтактним впливом, а також пристрої для миття парюю.

- За призначенням залежно від типу виробництва: відноситься до обладнання для ремонтного виробництва, станцій технічного обслуговування та автомобільних мийок.

Розглядаючи миюче обладнання, можна розпочати з апаратів високого тиску від німецької компанії KARCHER. Миття можна проводити за допомогою спеціальних щіток або безконтактним способом, використовуючи активну піну, яка потім змивається водою під високим тиском. Компанія KARCHER пропонує широкий асортимент мийних апаратів високого тиску без підігріву, таких як HD 5/15 C, HD 6/15 M, 6/15-4 Classic, HDS 5/15 uc, Karcher K 2 Compact, K 3 Power Control, Karcher K 7 Premium Full Control і багато інших.

Серед них виділяється мінімийка Karcher K 7 Premium Full Control Plus [4,5], яка призначена для регулярного використання і виконання тривалих робіт. Ця модель здатна легко впоратися навіть із найсильнішими забрудненнями, і має продуктивність за площею до 60 м².



Рис. 4. Мінімийка Karcher K 7 Premium Full Control Plus.

Серед вітчизняних виробників розглянемо професійну мийка високого тиску Profi 1 lite виробника Profitech [5] (рисунок 5).



Рис. 5. Професійна мийка високого тиску Profi 1 lite [5].

Більшість професійних миючих апаратів високого тиску мобільного типу зазвичай не передбачають нагрівання води, за винятком стаціонарних моделей. Технічні характеристики мийок високого тиску з підігріванням води від фірми KARCHER наведені нижче [4,5].

Мийки HDS 9/14-4 ST Eco та HDS 12/14-4 (див. рисунок 6) придатні для миття техніки теплою або гарячою водою при необхідній температурі, а також для видалення важких забруднень за допомогою пароводяної суміші. Це вказує на можливість їх використання в ремонтних майстернях. Особливістю

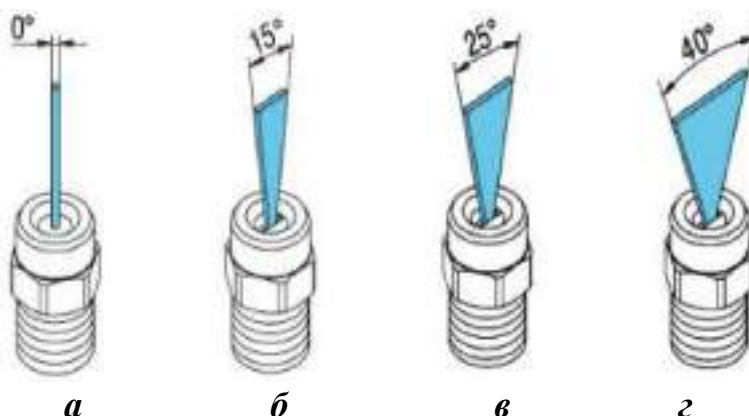
стаціонарного апарата високого тиску HDS 12/14-4 є те, що його котел працює на зрідженому газі.



Рис. 6. Стаціонарний апарат високого тиску HDS 12 / 14-4 ST з нагріванням на рідкому паливі.

Ефективність очищення від забруднень залежить від форми конструкції сопла (насадки) та швидкості стікання води з нього. Сопла призначені для створення швидкого напору, регулювання витрати рідини та формування струменів води різної конфігурації. Вони виготовляються з металу, кераміки або пластику, а їх різноманітна конфігурація дозволяє отримати різні форми м'якого струменя: розпилені, віялоподібні, кутові, струмінні та інші (рис. 7). Формування струменів здійснюється за допомогою насадок (сопел) циліндричної форми.

Сопла інших форм використовуються рідко через складність їх виготовлення, хоча експлуатаційні характеристики деяких конструкцій можуть перевершувати циліндричні сопла [5].



*Рис. 7. Сопла мийних установок:
а – киндзальний струмінь, б, в, г – плоский струмінь.*

Показниками, що характеризують ефективність насадки є: коефіцієнт витрати μ , коефіцієнт опору ε і швидкісний коефіцієнт μ . Витрата рідини при постійному напорі визначається з виразу [3-5]:

$$Q = \mu \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{\frac{2P}{\rho}} \quad (4)$$

де d – діаметр отвору, м; P - тиск рідини у соплі, Па; ρ - щільність рідини, кг/м³.

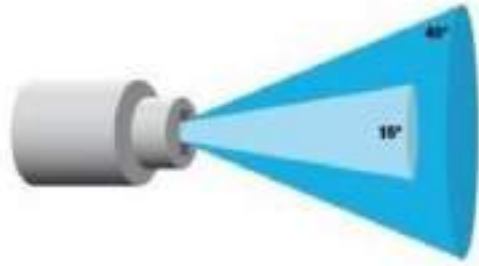


Рис. 8. Ступінь насиченості водяного струменя в залежності від кута її розпилювання.

Пристрої з використанням енергії гідравлічного удару рідини з періодичним напрямком потоку по каналах та використання як елемента підвищення ефективності процесу очищення - перспективні. Однак існуючі конструкції сопел мають високу вартість, нестабільність і низьку продуктивність, що обмежує їх застосування. Тому необхідне наукове обґрунтування оптимальних параметрів та режимів роботи такого типу сопла для використання в універсальних конструкціях мийок для видалення забруднень сільськогосподарських машин і агрегатів[3-5].

Продуктивність мийок можна підвищити за рахунок спеціальних насадок, які збільшують механічний вплив на забруднення. Гідродинамічні насадки вважаються найефективнішими, оскільки створюють ефект гідравлічного удару і підвищують механічну дію водяного струменя. Проте ці насадки мають низьку продуктивність, яку можна підвищити додаванням обертання водяного струменя. Вони базуються на ефекті турбулентності рідини, що має свої недоліки.

Висновки. Очищення сільськогосподарської техніки від забруднень є складною операцією, існує потреба в розробці та обґрунтуванні параметрів високотехнологічного пристрою миття, що забезпечував би якісне видалення всіх видів забруднень з високою ефективністю, мінімальними витратами води та праці.

Водоструминне очищення виявилось найбільш перспективною технологією для видалення забруднень з поверхні сільськогосподарської техніки. Воно дозволяє підвищити механічний вплив шляхом застосування додаткової енергії, такої як енергія обертаючогося струменя.

Отже, для поліпшення якості мийки забруднених поверхонь сільськогосподарських машин необхідно розробити конструкцію пристрою, що дозволяє формувати обертовий струмінь і впливати нею на оброблювану поверхню.

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. 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).

5. Обладнання для очищення та видалення забруднень деталей сільгосптехніки. *Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу*: веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com.ua/obladnannya-dlya-ochishchennya-ta-vidalennya-zabrudnen-detaley-silgosptehniki> (дата звернення: 14.03.2024).

Микола ІВАНОВ⁸,

студент 1 курсу,

Інженерно-технологічного факультету,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

АНАЛІЗ РОБОТИ ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З РІЗНИМИ ТИПАМИ ЗБУДЖЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ

***Анотація.** Навчальна робота присвячена аналізу та моделюванню роботи двигуна постійного струму з різними типами збудження для вібраційних машин.*

Було розроблено математичні моделі збудження для двигунів постійного струму та проведено аналіз параметрів, вплив яких на характеристики вібраційних машин.

***Ключові слова:** Математичний апарат, електротехніка, електричні машини, постійний струм, технічний аналіз*

***Annotation.** The educational work is devoted to the analysis and modeling of the operation of a direct current motor with different types of excitation for vibrating machines.*

Mathematical excitation models for DC motors were developed and the parameters affecting the characteristics of vibrating machines were analyzed.

***Key words:** Mathematical apparatus, electrical engineering, electric machines, direct current, technical analysis.*

***Вступ.** Двигуни постійного струму є важливими компонентами в багатьох промислових системах, зокрема вібраційних машинах. Ефективна робота таких систем часто залежить від правильного вибору типу збудження для двигуна. Різні типи збудження, такі як постійний магніт, змінний магніт, змінний струм або комбіноване збудження, можуть мати великий вплив на характеристики*

⁸Науковий керівник: Колісник М.А. асистент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

роботи двигуна, такі як швидкість обертання, обертовий момент, точність регулювання та інші.

Математичне моделювання роботи двигуна постійного струму з різними типами збудження дозволяє краще розуміти принципи його функціонування та визначити оптимальні параметри для досягнення найкращих результатів. Дослідження в галузі аналізу роботи двигунів постійного струму з різними типами збудження є актуальним та важливим для покращення ефективності та надійності вібраційних систем у промислових процесах.

Метою даної роботи є розробка математичних моделей різних типів збудження для двигунів постійного струму та аналіз їх впливу на робочі характеристики вібраційних машин. Це дозволить краще розуміти взаємозв'язок між типом збудження та характеристиками роботи системи, а також допоможе в оптимізації процесів у промисловості через правильний вибір параметрів збудження.

Виклад основного матеріалу. У ході проведеного дослідження було виконано розробку математичних моделей різних типів збудження для двигунів постійного струму, які використовуються у вібраційних машинах. Ці моделі виявилися важливим інструментом для детального аналізу впливу різних параметрів збудження на робочі характеристики таких систем, дозволяючи здійснити більш точне прогнозування їхньої роботи та виявити можливі шляхи оптимізації.

Математична модель є ключовим елементом у дослідженні електромеханічних процесів, що відбуваються у двигуні вібраційних машин. Її розробка полягає у математичному описі фізичних взаємодій між елементами системи та врахуванні всіх необхідних факторів, що впливають на її роботу. Для цього спочатку необхідно знати електричну принципову схему системи, яка відображає всі її компоненти та їхні взаємозв'язки. Після цього на основі цієї схеми розробляється схема заміщення, що дозволяє абстрагуватися від конкретних деталей системи та визначити її еквівалентну електричну схему, що допомагає у подальшому моделюванні та аналізі.

Розробка математичної моделі передбачає визначення рівня деталізації, що відображає рівень складності та точність моделі. Вона може бути як простою, що передбачає врахування лише основних ефектів та параметрів системи, так і складною, яка включає додаткові фізичні та електромагнітні ефекти. Врахування всіх релевантних аспектів роботи двигуна постійного струму у вібраційних машинах дозволяє отримати досить точну та надійну математичну модель, яка може бути використана для подальшого аналізу та вдосконалення системи.

Додатково до розробки математичних моделей, важливим аспектом є експериментальна перевірка отриманих результатів. Експерименти дозволяють порівняти прогнозовані значення з реальними даними та визначити відповідність моделі реальним умовам експлуатації. Ретельний аналіз результатів експериментів дозволяє виявити недоліки чи недостатню точність моделі та внести необхідні корективи для поліпшення її прогностичних можливостей.

Крім того, важливим етапом у вивченні роботи двигуна постійного струму є аналіз впливу різних факторів на його ефективність та надійність. Це може включати в себе дослідження впливу температури, вологості, навантаження та інших параметрів на роботу двигуна. Ретельний аналіз цих факторів дозволяє розробити стратегії підтримки та оптимізації роботи системи в різних умовах експлуатації.

Не менш важливою є інтеграція отриманих результатів у реальні промислові процеси. Подальше використання розроблених математичних моделей у проектуванні та оптимізації вібраційних машин допоможе підвищити їхню продуктивність та знизити витрати на енергію. Такий підхід дозволяє не лише збільшити ефективність промислових процесів, а й знизити їхній вплив на навколишнє середовище та забезпечити сталість виробничих процесів.

Електрична принципова схема двигуна постійного струму послідовного збудження вібраційних машин зображена на рисунку 1, на якому приведені такі позначення: М – двигун постійного струму; ОДП – обмотка додаткових полюсів; QF1 – автоматичний вимикач; СОЗ – серієсна обмотка збудження; U_m – напруга мережі; PA1 – амперметр; PV1 – вольтметр; I_a – струм якоря; А1-А2 – позначення обмотки якоря; Д1-Д2 – позначення обмотки додаткових полюсів.

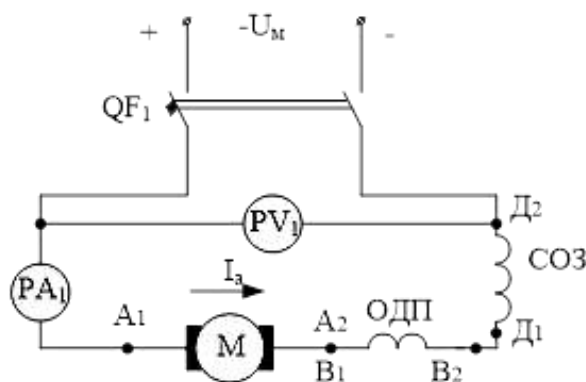


Рис. 1. Схема електрична принципова двигуна постійного струму послідовного збудження

Схема заміщення двигуна постійного струму послідовного збудження зображена на рисунку 2, на якому приведені такі позначення: R_d - додатковий опір; $R_{дп}$ - опір додаткових полюсів; $R_{ко}$ - опір компенсаційної обмотки; $R_я$ - опір якоря; $R_{др}$ - опір дроселя; $L_{др}$ - індуктивність дроселя; $L_я$ - індуктивність якоря; $U_я$ - напруга якоря; $E_я$ - електрорушійна сила якоря.

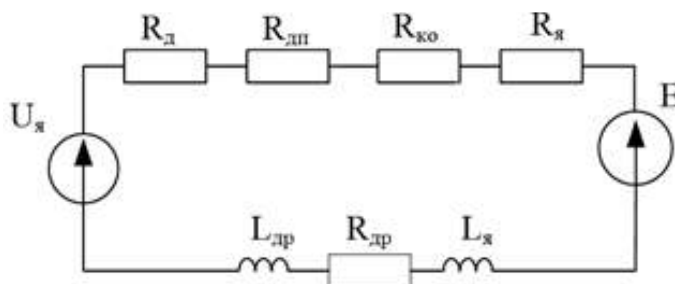


Рис. 2. Схема заміщення двигуна постійного струму послідовного збудження

Відповідно до даної схеми запишемо рівняння, які описують електромагнітні процеси, які протікають у ній.

За другим законом Кірхгофа запишемо:

$$U = E_a + IR_\varepsilon + L_\varepsilon \frac{dI}{dt}, \quad (1)$$

де U – напруга якоря;

E_a – електрорушійна сила якоря;

I – струм якоря;

R_ε – сумарний опір;

L_ε – сумарна індуктивність.

Проведемо перетворення Лапласа, тобто здійснимо заміну $\frac{d\omega}{dt}$ на комплексну складову p :

$$U = E_a + IR_\varepsilon + L_\varepsilon \cdot I \cdot p, \quad (2)$$

Знаходимо сумарний опір двигуна:

$$R_\varepsilon = R_{\text{я}} + R_{\text{дп}} + R_{\text{сер}}, \quad (3)$$

Де:

$R_{\text{я}}$ – опір якоря;

$R_{\text{сер}}$ – опір серієсної обмотки;

$R_{\text{дп}}$ – опір обмотки додаткових полюсів.

Знаходимо сумарну індуктивність:

$$L_\varepsilon = L_{\text{др}} + L_{\text{я}}, \quad (4)$$

де:

$L_{\text{я}}$ – індуктивність якоря;

$L_{\text{др}}$ – індуктивність дроселя.

Електрична принципова схема двигуна постійного струму паралельного збудження зображена на рисунку 3

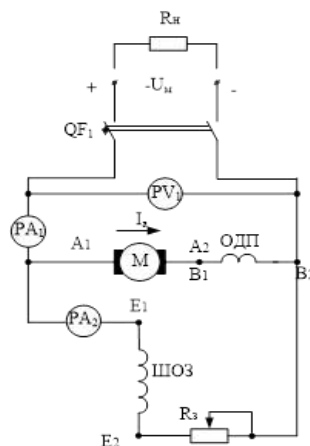


Рис. 3. Схема електрична принципова двигуна постійного струму паралельного збудження

На рисунку 3 приведені такі позначення: М – двигун постійного струму; ОДП – обмотка додаткових полюсів; QF1 – автоматичний вимикач; ШОЗ – шунтова обмотка збудження; U_m – напруга мережі; PA1 – PA2 – амперметр; PV1 – вольтметр; I_a – струм якоря; A1 -A2 – позначення обмотки якоря; E1 – E2 – позначення обмотки додаткових полюсів.

Схема заміщення двигуна постійного струму послідовного збудження зображена на рисунку 4, на якому приведені такі позначення: R_d – додатковий опір; R_{dp} – опір додаткових полюсів; R_{ko} – опір компенсаційної обмотки; R_a – опір якоря; U_a – напруга якоря; E_a – електрорушійна сила якоря.

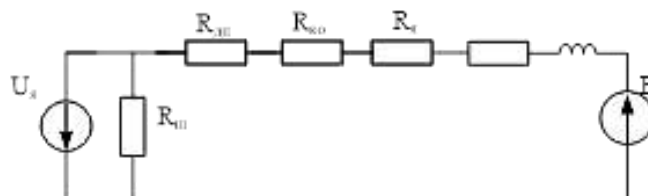


Рис. 4. Схема заміщення двигуна постійного струму паралельного збудження

Відповідно до даної схеми запишемо рівняння, які описують електромагнітні процеси, які протікають у ній.

За другим законом Кірхгофа записуємо:

$$U = E_a + IR_\varepsilon + L_\varepsilon \frac{dI}{dt}, \quad (5)$$

Де:

U – напруга якоря;

E_a – електрорушійна сила якоря;

I – струм якоря;

R_ε – сумарний опір;

L_ε – сумарна індуктивність.

Знаходимо електрорушійну силу:

$$E_a = \omega \cdot kF_{НОМ}, \quad (5)$$

де $kF_{НОМ}$ – магнітний потік.

Знаходимо статичний момент двигуна:

$$M_c = I_H \cdot kF_{НОМ}, \quad (6)$$

Структурна схема, яка описує математичну модель двигуна постійного струму послідовного збудження, зображена на рисунку 5:

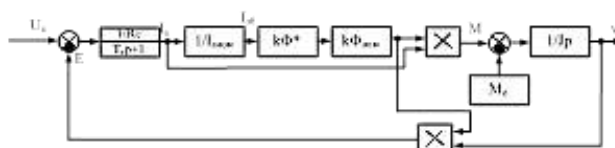


Рис. 5. Структурна схема двигуна постійного струму послідовного збудження

Двигуни постійного струму з послідовним та паралельним збудженням відіграють ключову роль у багатьох електромеханічних системах, де потрібне точне регулювання швидкості та обертового моменту. Їх застосовують у широкому спектрі пристроїв, від промислових машин до побутових пристроїв, оскільки вони забезпечують стабільну та надійну роботу цих систем.

Основною перевагою двигунів постійного струму з послідовним збудженням є їх висока початкова крутний момент. Це означає, що такі двигуни можуть починати працювати під великим навантаженням без додаткових пристроїв. Це робить їх ідеальним вибором для пристроїв, які потребують великого обертового моменту на початку роботи, таких як конвеєри, ліфти чи ескалатори. Крім того, двигуни з послідовним збудженням добре підходять для застосування у системах зі змінним навантаженням, оскільки їх робочі характеристики можуть ефективно регулюватися зміною струму.

З іншого боку, двигуни постійного струму з паралельним збудженням відомі своєю стабільністю та плавним характером роботи. Вони забезпечують високу точність регулювання швидкості і обертового моменту, що робить їх ідеальними для застосування у системах, де важлива стабільність роботи, наприклад у приводах для механічних годинників, роботизованих системах чи медичних пристроях.

Отримані результати досліджень свідчать про те, що вибір оптимального типу збудження може значно покращити ефективність та надійність вібраційних систем. Враховуючи усі ці фактори, виробники та інженери мають можливість обирати той тип збудження, який найкраще відповідає потребам конкретної системи та умовам її експлуатації. Такий підхід дозволяє досягти оптимальної продуктивності та довговічності електромеханічних пристроїв у різних галузях техніки.

Зокрема, було вивчено вплив параметрів збудження на швидкість обертання вібраційних машин, їх обертовий момент та точність регулювання. Отримані результати свідчать про те, що вибір оптимального типу збудження може значно покращити ефективність та надійність роботи вібраційних систем у промислових процесах.

Висновки. У ході дослідження роботи двигуна постійного струму з послідовним та паралельним збудженням за допомогою математичного апарату було отримано ряд важливих висновків.

В першу чергу, було встановлено, що тип збудження має значний вплив на робочі характеристики двигуна. Двигуни з послідовним збудженням характеризуються високим обертовим моментом при низьких швидкостях, що робить їх ефективними для використання в умовах з великими навантаженнями та потребою в високому обертовому моменті на старті. З іншого боку, двигуни з паралельним збудженням мають більшу стійкість до змін навантаження та дозволяють отримати більш плавну характеристику швидкості.

У підсумку, дослідження роботи двигуна постійного струму з послідовним та паралельним збудженням за допомогою математичного апарату відкриває

нові можливості для вдосконалення конструкції та ефективності таких систем. Результати цього дослідження можуть бути використані для оптимізації проектування та експлуатації електромеханічних пристроїв у різних галузях промисловості.

Загальні висновки цього дослідження вказують на важливість правильного вибору параметрів збудження для досягнення оптимальних характеристик роботи вібраційних машин. Це може мати значущий вплив на продуктивність та надійність виробничих процесів у різних галузях промисловості.

Список використаної літератури

1. Г. І. Васильченко, І. І. Дорошенко, О. М. Клименко. Моделювання та дослідження режимів роботи різновидних двигунів постійного струму. Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Електротехніка і Електромеханіка. 2007. №1. 104-114 с.
2. А. В. Єфіменко, І. О. Тесленко. Математичне моделювання та дослідження систем електроприводу рухомих об'єктів. Електроніка та зв'язок. 2010. №1. 135-148 с.
3. О. С. Лукашенко, С. В. Петров, Ю. І. Федотов. "Моделювання та дослідження характеристик двигуна з постійними магнітами." Електротехніка і електромеханіка. 2015. №3. 95-109 с.
4. В. В. Литвиненко, О. С. Башлаков, В. П. Гайдук. Дослідження та моделювання асинхронних двигунів у системах електроприводу. Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. 2016. №4. 27-41 с.
5. О. М. Шабанов, В. В. Комаров. Дослідження характеристик електродвигунів постійного струму з різними типами збудження. Електротехніка та електроенергетика. 2017. №1. 96-113 с.

Дарія БОРТНИК⁹,
студентка 1-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ТОМАТІВ З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ ОПРИСКУВАЧА ОПВ-2000

***Анотація.** Дане дослідження містить всебічний огляд сучасних технологій вирощування томатів як важливого аспекту сільськогосподарської та харчової промисловості. У ньому досліджуються різні аспекти вирощування томатів, від традиційних методів до інноваційних систем, включаючи*

⁹Науковий керівник: Швець Л.В., кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу

використання штучного освітлення, гідропоніки, аеропоніки, систем крапельного зрошення та автоматизованих систем управління. Обговорюються переваги кожного методу, включаючи підвищення врожайності, оптимальне використання води і добрив, поліпшення якості продукції та зменшення впливу на навколишнє середовище.

Ключові слова: Томати, штучне освітлення, гідропоніка, аеропоніка, система крапельного зрошення.

Annotation. This study provides a comprehensive overview of modern tomato growing technologies as an important aspect of the agricultural and food industry. It explores various aspects of tomato cultivation, from traditional methods to innovative systems, including the use of artificial lighting, hydroponics, aeroponics, drip irrigation systems and automated control systems. The advantages of each method are discussed, including increased yields, optimal use of water and fertilizers, improved product quality, and reduced environmental impact.

Key words: Tomatoes, artificial lighting, hydroponics, aeroponics, drip irrigation system.

Вступ. Помідор (*Lycopersicon esculentum* Mill.) – одна з найпоширеніших овочевих культур у світі. Томати вирощують для отримання плодів, цінність яких визначається їхньою високою поживною цінністю та смаковими якостями. Стиглі плоди містять 4,3-12% сухої речовини, 2-6% загального цукру, 15-45 мг/100 г аскорбінової кислоти, лікопін, β-каротин, мінерали та вітаміни. Біохімічний склад плодів варіюється залежно від сорту, гібриду та умов вирощування. Близько 75% томатів, вироблених у світі, використовують для споживання у свіжому вигляді, а 25% - для переробки (виробництво томатної пасти, кетчупу, соусів, консервованих продуктів тощо).

За даними ФАО, томати є найбільшою овочевою культурою у світі, під їх вирощуванням зайнято понад 4 мільйони гектарів. В Україні під цю культуру відведено близько 93 000 га, що становить близько 24% від загальної площі вирощування овочів. У світовому рейтингу за загальним обсягом виробництва фруктів Україна посідає 14 місце (1 492 000 тонн), але 110 місце за врожайністю.

Вирощування високоврожайних томатів може бути дуже вигідним з економічної точки зору. Щоб досягти високих врожаїв, спочатку необхідно зрозуміти, як правильно вирощувати помідори. Який ґрунт вибрати, як зрошувати і як забезпечити необхідний догляд за цією культурою. При цьому не можна забувати, що шкідники та хвороби рослин у полі можуть загрожувати загальному успіху бізнесу.

Сучасні технології вирощування томатів передбачають впровадження передових методів сільськогосподарського виробництва, постійний моніторинг стану здоров'я рослин і використання достовірних даних для прогнозування погодних аномалій, виявлення та усунення можливих проблем. Давайте розглянемо, як виростити смачні помідори [1].

Виклад основного матеріалу: Перед посадкою необхідно вибрати найбільш підходящий тип томатів. При вирощуванні детермінантних (кущових)

томатів слід пам'ятати, що період їх плодоношення короткий і плоди з'являються майже одночасно на початку вегетації. Висота томатів детермінантних сортів досягає 60-90 см. Підв'язувати кущові томати до стовпів або сіток не обов'язково. Період плодоношення індетермінантних (плетистих) томатів - починаючи з липня і до перших заморозків. Можливість збирати плоди протягом декількох місяців пов'язана з тим, що нове листя відростає протягом усього сезону. Зазвичай такі томати виростають від 2 м заввишки і потребують опори. Сучасні індетермінантні сорти ідеально підходять для комерційного вирощування.

Основою класифікації сортів томатів є вегетаційний період, тобто кількість днів від посадки до збору врожаю.

Таблиця 1

Період дозрівання сортів томатів

Сорт	Кількість днів
Ранній	Менш як 70
Середгостиглий	Від 70 до 80
Пізній	Понад 80

Сорти та гібриди томатів повинні відповідати наступним умовам для збирання комбайнами: середні за розміром рослини, дрібне листя, стійкість до основних хвороб, легкість дозрівання плодів завдяки скороченій фенофазі, здатність залишатися на рослині протягом тривалого періоду (щонайменше 20-25 днів) у першій стадії стиглості без зміни технічної якості. здатність перших стиглих томатів залишатися на рослині. На момент збору врожаю 75-90% плодів повинні бути стиглими. Плоди томатів повинні бути вільними від плодоніжок, легко відділятися від плодоніжки, витримувати великі навантаження, мати високий вміст сухої речовини (не менше 5%), темно-червоний колір і бути стійкими до розтріскування [2].

Важливою умовою отримання високих врожаїв томатів є їх правильне розміщення в сівозміні. Найкращими попередниками для цієї культури є багаторічні трави, овочеві бобові, рання капуста, огірки та цибуля або їх укісні попередники. Помідори не слід висаджувати раніше, ніж через два-три роки після томатів, картоплі та інших баклажанових культур. Це пов'язано з тим, що в ґрунті накопичуються збудники хвороб, збільшується кількість бур'янів на полі і врожайність знижується на 22-25% [3].

Основний обробіток ґрунту спрямований на створення оптимальних умов для аерації, накопичення та збереження ґрунтової вологи, поглинання рослинних решток та покращення гігієни рослин. Процес починається одразу після збирання попередника з лушення на глибину 6-8 см дисковим луцильником. Згодом проводять зяблеву оранку на глибину 27-32 см плугами ПЛН-4-35С, ПЛН-5-35 або іншими. За необхідності вносять фосфорні та калійні добрива. У перерахунку на діючу речовину під час зяблевого обробітку ґрунту слід внести 3,5 тонни CaSO₄. Якщо ґрунт засолений, слід провести гіпсування з розрахунку 5 т/га; якщо рН вище 8, це слід робити протягом 3-4 років.

Підготовка ґрунту перед посівом навесні починається із зубової борони для вирівнювання ґрунту, збереження вологи та знищення сходів бур'янів. Потім ґрунт переорюють на глибину 4-5 см, а на надмірно ущільнених ґрунтах - на глибину 20 см за допомогою чизельного культиватора.

Для томатів найкраще підходить тепла, безвітряна, сонячна ділянка на вершині пагорба. Найкраще підходять супіщані або суглинисті ґрунти з рН ~6 і низькою кислотністю, але помідори можуть переносити і середню кислотність.

Щоб вирощувати помідори в промислових масштабах, потрібно або купити розсаду, або виростити її самостійно з насіння. Останній спосіб дозволяє більш ефективно контролювати стан пересадженої розсади. При вирощуванні розсади томатів з насіння слід враховувати ряд міркувань.

Для вирощування розсади томатів високої якості потрібно 5-7 тижнів. Зростання буде швидшим, якщо нічна температура не опускатиметься нижче 15°C. Розсада томатів повинна бути в середньому 20 см заввишки і мати 3-5 листків. Для успішного вирощування томатів рекомендується не пересаджувати розсаду, поки не з'явиться кілька справжніх листків.

Таблиця 2

Біоенергетична ефективність вирощування томатів у відкритому ґрунті.

Показники	№ варіанта	Урожайність, кг/м ²	Енергетична цінність томатів, МДж	Витрати енергії на виробництво, МДж.	Коефіцієнт біоенергетичної ефективності
Без добрив (контроль)	1	5,6	4468,8	19763,3	0,23
Без добрив + мульчування ґрунту	2	6,3	5027,4	29499,5	0,17
НРК перед посадкою	3	7,5	5985	33123,1	0,18
НРК перед посадкою з підживленням рослини	4	9,5	7581	37175,9	0,20
НРК перед посадкою з підживленням рослини + мульчування ґрунту	5	9,8	7820,4	47520,0	0,16
Гумат з підживленням рослини	6	7,9	6304,2	23230,0	0,27
Гумат з підживленням рослини + мульчування ґрунту	7	9,3	7421,4	33639,1	0,22
Гній ВРХ, 3т/га (локально)	8	8,4	6703,2	21125,6	0,32
Гній ВРХ, 6 т/га (локально)	9	9,1	7261,8	22491,1	0,32

Потенціал вирощування томатів у відкритому ґрунті можна підвищити шляхом "загартування", тобто створення стресових умов і поступової адаптації до них молодих саджанців. Наприклад, розсаду томатів деякий час тримають на вулиці. Щоб імітувати водний стрес, більшість фермерів поступово зменшують

полив розсади. Зазвичай полив припиняють за 13-15 годин до пересадки. Полив відновлюють після того, як помідори опиняться в ґрунті [3].

Після завершення підготовчих робіт настає час висаджування. Польові робітники висвердлюють лунки для розсади безпосередньо на плівці або в ґрунті.

Рекомендована відстань між рослинами для вирощування томатів становить 45-60 см між рослинами і 120-185 см між рядами. Глибина висадки – 8-10см. Індетермінантні сорти зазвичай виростають більшими за інші сорти і потребують більше місця. Оптимальна відстань між рослинами гарантує, що томати отримують достатню кількість світла і вітру, знижуючи ризик поширення хвороб і підвищуючи ефективність вирощування.



Рис. 1. Вирощування розсади томатів для посадки

Підв'яжіть саджанці до кілків, як тільки вони міцно укоріняться і почнуть рости. Кілки вбивають у землю з північного боку рослини, на відстані 10 см від стебла на глибину близько 40 см.

Особливістю вирощування томатів є видалення пасинків. Індетермінантні сорти вирощують з одним кілком, а детермінантні - з двома або трьома кілками. Зрізають пасинки до того, як стебла досягнуть 5-7 см в довжину/

З кінця липня томати більш сприйнятливі до хвороб, тому регулярно обробляйте їх бордоською рідиною. Приблизно в середині серпня рослини прищипують і одночасно видаляють неплодоносні грона.

Інший догляд включає регулярне розпушування ґрунту (два-три рази на сезон), підв'язування за необхідності (рис. 2), легкі підживлення (знову ж таки два-три рази на сезон) та прополювання [3].

Крім того, також вряховують міжрядне обпилювання, внесення добрив, полив рослинності та захист від шкідників препаратами, внесеними до чинного "Переліку пестицидів та інсектицидів, дозволених до використання в Україні".

Проблема боротьби з бур'янами вирішується комплексом агротехнічних, механічних і хімічних засобів. Основну роль відіграють агротехнічні методи (сівозміна, обробіток ґрунту, догляд за посівами, виконання технічних операцій в оптимальні строки), до яких застосування гербіцидів є лише важливим доповненням [4].

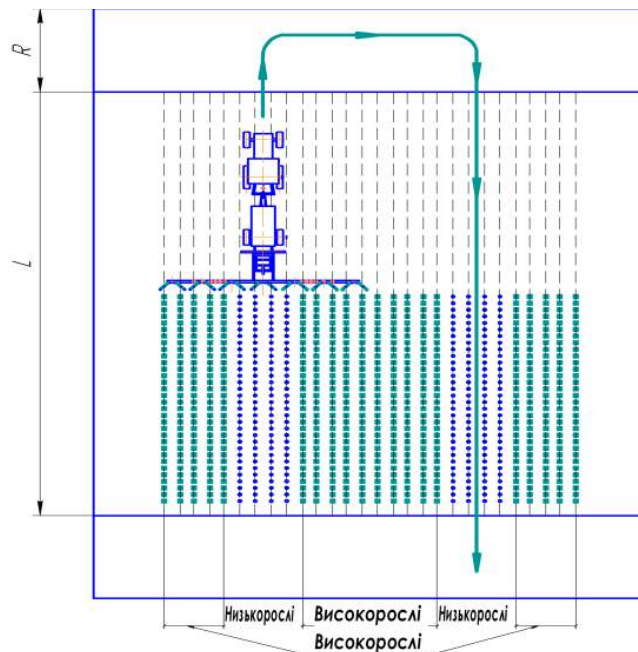


Рис. 2. Підв'язування томатів.

Помідори посаджені в такій послідовності: низькорослі посаджені в зоні проходження агрегату з відстанню між колесами 1400 мм., по краям поля високорослі помідори висаджені по ширині одного проходу агрегату в середині в межах двох проходжень (рис 3).

Описуємо агротехнічні вимоги до оприскування помідорів модернізованим оприскувачем ОПВ-2000.

1. Час роботи на полі – 1 день.
2. Ширина захвату агрегату – 9,1 метрів.
3. Всі розпилювачі повинні розпилювати розчин не ляючи.
4. Швидкість руху агрегату – до 8 км/год.
5. Спосіб руху агрегату – човниковий, вздовж рядків.
6. Відхилення від якості обприскування – не більше 10%.
7. Розбити поле на загінки.



*Рис 3. Схема руху агрегату
L – Довжина поля; R – поворотна смуга; B – ширина поля.*

Обприскувач начіплюють в такій послідовності:

- встановлюють довжину розкосів начіпної системи трактора, і з'єднують вилки розкосів з повздовжніми стягами, обмежують висоту піднімання начіпної системи трактора упором гідравлічного клапана на штоці циліндра;

- надівають один шарнір карданної передачі з карданним валом на ВВП трактора, а другий – на приймальний вал силового агрегату і закріплюють її;

- опускають повздовжні тяги начіпного механізму трактора, підводять трактор до обприскувача заднім ходом і з'єднують кардану передачу так, щоб вушки внутрішніх вилок знаходились в одній площині. Після цього надівають повздовжні тяги на пальці рами обприскувача, а центральну тягу з'єднують з верхнім кронштейном рами обприскувача;

- піднімають обприскувач на визначену висоту, натягують блокувальні ланцюги начіпного механізму так, щоб вісь обприскувача збігалась з віссю трактора, регулюють довжину центральної тяги, добиваючись вертикального положення обприскувача, монтують на тракторі труби гідропривода штанг обприскувача.

Суть модернізації обприскувача ОПВ-2000 полягає в тому, щоб замінити вентилятор обприскувача на штанги, на яких монтуються розпилювачі.

Сім розпилювачів встановлюємо на самій штанзі, на два рядки, і по два розпилювачі на бокових розпилювачах, які покривають рослини із сторін.

При цьому буде економитись препарат, тому що при обприскуванні вентиляторним обприскувачем 30 – 35% розчину осідають не на місці, а на поверхні ґрунту у міжряддях. А розпилювачі на штангах і рукавах спрямовуються на рослину. Штанги мають регулювання по ширині міжрядь, по висоті і кута встановлення рукавів. Що дає можливість застосовувати пристрій не тільки на помідорах, але й на виноградах, яблунах і на смородині. При застосуванні штанг, на відміну від вентилятора, економиться паливо, тому що на привід вентилятора затрачається до 10 кВт енергії двигуна.

При роботі вентиляторний обприскувач розбиває розчин препарату на дуже дрібні краплини, які стоять тривалий час після проходження агрегату. При вітрі цей туман переноситься і попадає у водойми, на пасовища і інші місця, куди його попадання не бажане. Штанговий обприскувач так дрібно розчин не розпилює. Тому при застосуванні штангового обприскувача, ми будемо меншою мірою шкодити природі.

Штанги встановлені на паралелограмному механізмі і піднімається за допомогою встановленого гідроциліндра. При в'їзді в міжряддя тракторист їх опускає, а виїжджаючи піднімає.

Помідори зазвичай збирають вручну, коли дозріває 10-15% плодів, але іноді (залежно від ринкової цінової політики) раніше. Цей метод збору врожаю переважно використовується для постачання продукції на свіжий ринок.

Однак, оскільки праця і витрати, пов'язані з ручним збиранням врожаю, становлять 50-80% виробничих витрат, все більше фермерів використовують

самохідні комбайни. Це виправдано, коли щонайменше 75-95% рослин дозріли і мають високі фізико-механічні властивості.

Збирання врожаю зернозбиральними комбайнами починається, коли на кущі знаходиться 75-80% червоних плодів. Для прискорення дозрівання їх обробляють препаратами етафону, але необхідно пам'ятати, що такі обробки ефективні лише при температурі вище 15°C.



Рис. 4. Комбайн для збирання томатів

В українських господарствах використовують різноманітні самохідні комбайни. Зокрема, SL-350T та Super Cosmo 35 оснащені фотоелементами для механічного сортування плодів за ступенем стиглості. За одну зміну такі комбайни обробляють площу близько 3 га. Це означає, що вони замінюють близько 510 працівників (норма ручного збору 0,4-0,5 тонни на людину за зміну). Зібрані фрукти завантажуються з бункера комбайна в транспортні засоби і відправляються на переробку [4].

Висновки. Дослідження технологій вирощування томатів показало, що використання сучасних агротехнічних прийомів і технологій може значно підвищити врожайність і якість продукції. Систематичне внесення оптимальних розчинів добрив, управління рівнем вологості ґрунту та використання екологічно безпечних методів боротьби зі шкідниками та хворобами є ключовими елементами успішного вирощування томатів. Крім того, використання сучасних сортів і гібридів та впровадження новітніх технологій обробки ґрунту і рослин сприяють підвищенню стійкості культури до несприятливих умов і забезпечують стабільний та ефективний процес вирощування та збирання врожаю. Отже, використання передових методів вирощування томатів є важливим кроком на шляху до забезпечення продовольчої безпеки та підвищення економічної ефективності сільського господарства.

Список використаних джерел

1. Вирощування Томатів: Як Зібрати Високий Врожай. веб-сайт. URL: <https://eos.com/uk/blog/vyroshchuvannia-tomativ/> (дата звернення 15.03.2024)

2. Агротехніка вирощування томатів. веб-сайт. URL: <https://nas.ck.ua/statti/20-agrotekhnika-viroshchuvannya-tomativ> (дата звернення 15.03.2024)

3. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2019. 647 с.

4. Історія походження помідорів. веб-сайт. URL: <http://ped-kopilka.com.ua/.../istorija-proishozhdenija-pomidorov.h>. (дата звернення 15.03.2024)

Богдан ЛИСИЙ¹⁰,
студент 2 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ВІДПРАЦЬОВАНИМИ ГАЗАМИ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ: АНАЛІЗ ТА ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ

***Анотація.** У сучасний період забруднення навколишнього середовища від викидів шкідливих речовин відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згорання стало найбільшою екологічною проблемою для людей та природи. У цих викидах, що їх спричиняють автомобілі, виявлено близько 280 різноманітних токсичних речовин, серед яких особливу загрозу становлять канцерогенні бензопірени, оксиди азоту, свинець, ртуть, альдегіди, оксиди вуглецю й сірки, сажа, вуглеводні.*

***Ключові слова:** токсичні речовини, відпрацьовані газы, двигун внутрішнього згорання, паливо.*

***Annotation.** In the modern period, environmental pollution from emissions of harmful substances from exhaust gases of internal combustion engines has become the biggest environmental problem for people and nature. About 280 different toxic substances were found in these emissions caused by cars, among which carcinogenic benzopyrenes, nitrogen oxides, lead, mercury, aldehydes, carbon and sulfur oxides, soot, and hydrocarbons pose a special threat.*

***Key words:** toxic substances, exhaust gases, internal combustion engine, fuel.*

***Вступ.** Транспортне забезпечення країн світу постійно зростає, при цьому забруднення навколишнього середовища стає все більшою проблемою для людства. Одним з основних джерел забруднення є відпрацьовані газы (ВГ) від двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) [1-4]. Під час спалювання палива у ДВЗ утворюються газы, які містять значну кількість шкідливих речовин, включаючи*

¹⁰Науковий керівник: Паладійчук Ю.Б. к.т.н, доцент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

канцерогени, що мають негативний вплив на здоров'я людини та навколишнє середовище. Крім того, транспорт викидає тонко-дисперсні та дуже тонко-дисперсні частки.

Забруднення навколишнього середовища шкідливими речовинами, особливо ВГ, має далекосяжні наслідки, що проявляються у великих містах та регіонах, призводячи до екологічних катастроф і негативного впливу на рослинний та тваринний світ [1-4]. Основними компонентами, що містяться у відпрацьованих газах дизельних двигунів, є оксид вуглецю, вуглеводні, сажа та оксиди азоту, які мають значний вплив на стан навколишнього середовища та здоров'я людини.

Хоча сучасні технології дозволяють зменшити викиди оксиду вуглецю, вуглеводнів та сажі, проблема зменшення викидів оксиду азоту залишається актуальною для екологів та виробників двигунів внутрішнього згорання [1-4]. Вирішення цієї проблеми полягає не лише у розробці новітніх технологій, але й у виборі оптимального варіанта з урахуванням як екологічних, так і економічних показників. Для багатьох споживачів економічний аспект стає важливим, і через обмежені фінансові можливості вони можуть ігнорувати екологічні аспекти.

Актуальність теми дослідження полягає у нагальній необхідності впровадження новітніх підходів для покращення екологічних та економічних показників роботи дизельних двигунів [1-4]. Зменшення токсичних викидів в атмосферу та запобігання забрудненню довкілля є критично важливими завданнями у сучасному світі, оскільки забруднення повітря має серйозний негативний вплив на здоров'я людини, біорізноманіття та кліматичні процеси.

Впровадження новітніх технологій та підходів до роботи дизельних двигунів дозволить зменшити викиди шкідливих речовин, зберігаючи при цьому високу продуктивність і ефективність роботи механізмів [1-4]. Це також сприятиме створенню більш екологічно чистого та безпечного середовища для мешканців та зменшенню негативного впливу транспортного сектору на навколишнє середовище. Такі дослідження мають велике значення в контексті збереження природних ресурсів та забезпечення сталого розвитку людства.

Виклад основного матеріалу. У середньому протягом року автомобільний транспорт випускає в атмосферу приблизно 5,5 мільйонів тонн токсичних речовин, що становить приблизно 39% від загального обсягу шкідливих викидів в Україні [1-6]. Найбільше забруднення від відпрацьованих газів відчувають великі міста, де рівень забруднення атмосфери від відпрацьованих газів становить від 70% до 90% від загального рівня забруднень. Україна має значну кількість автомобілів, які викидають у повітря надмірну кількість шкідливих речовин у відпрацьованих газах.

Екологічна проблема, пов'язана з техногенним впливом на природне середовище, особливо відчутна у стані атмосферного повітря. Це пояснюється кількома причинами:

- По-перше, швидке забруднення атмосфери фреонами, оксидами азоту та іншими речовинами, які руйнують озоновий шар.

- По-друге, збільшення концентрації CO₂, що відбувається через спалювання вугільного палива та інших викопних джерел.

Відпрацьовані гази, крім небезпечних токсичних речовин, також містять низку нетоксичних компонентів, зокрема кисень, вуглекислий газ, азот та сірку.

У відпрацьованих газах азот при високих температурах та тиску в циліндрі двигуна вступає в реакцію з киснем, утворюючи отруйні окисли. Сірка, яка міститься у паливі і, відповідно, у відпрацьованих газах, реагує з киснем і воднем, утворюючи токсичні сірчистий і сірководневий гази [1,2].

Хоча вуглекислий газ не є токсичним для живих організмів, його підвищена концентрація сприяє розкладанню будівельних матеріалів, таких як вапняки і бетон, та прискорює процес "старіння" кам'яних конструкцій, спричиняючи сильну корозію металів. Таким чином, відпрацьовані гази двигунів не лише мають прямий негативний вплив на здоров'я людей, але також призводять до значних матеріальних збитків, які можна було б уникнути.

Таблиця 1

Відсотковий склад речовин у ВГ дизельних двигунів, [1].

№ п/п	Речовина	Показник
1	Кисень, O ₂	2,0 – 18,0
2	Вуглекислий газ, CO ₂	1,0-12,0
3	Водяна пара, H ₂ O	0,5 – 10,0
4	Азот, N ₂	76-78
5	Оксиди азоту, NO _x	0,1 – 1,0
6	Чадний газ, CO	0,01-0,5
7	Вуглеводні, C _x H _y	0,01-0,5
8	Альдегіди	0 – 0,05
9	Сажа	до 20 000
10	Оксиди сірки	0,015

Зміст і кількість токсичних речовин у відпрацьованих газах (ВГ) двигунів не є постійними і залежать від різноманітних факторів. Основними серед них є тип двигуна (карбюраторний або дизельний), режим його роботи, налаштування, технічний стан і якість використовуваного палива [1,2].

У зв'язку з великими збитками від відпрацьованих газів у багатьох країнах були введені жорсткі екологічні стандарти Євро щодо викидів шкідливих речовин у повітря від транспортних засобів. Як результат, кількість шкідливих речовин у відпрацьованих газах автомобілів за межами країни зменшилась приблизно у 3 рази, а за останні 40 років вміст токсичних компонентів зменшився на 70%.

На сьогодні в усьому світі, включаючи Україну, посилюються екологічні норми щодо вмісту токсичних речовин у відпрацьованих газах дизельних двигунів тракторів, самохідних машин, автомобілів та спеціальної техніки. Існують два сучасних та перспективних екологічних стандарти для дизельних двигунів лісогосподарської та сільськогосподарської техніки: Stage і Tier, які діють у Європейському союзі та США відповідно [2].

За допомогою норм Stage I, II, III та IV встановлюються максимально допустимі рівні токсичності та димності відпрацьованих газів дизельних двигунів.

Таблиця 2

О'б'єм граничних викидів шкідливих речовин (Stage II) [2].

<i>Категорія двигуна</i>	<i>Потужність (кВт)</i>	<i>Оксид вуглецю (CO) (г/кВт*г)</i>	<i>Вуглеводні (HC)(г/кВт*г)</i>	<i>Оксид азоту (NO_x) (г/кВт*г)</i>	<i>Тверді частинки (PM) (г/кВт*г)</i>
<i>E</i>	130 – 560	3,5	1,0	6,0	0,2
<i>F</i>	75 - 130	5,0	1,0	6,0	0,3
<i>G</i>	37 – 75	5,0	1,3	7,0	0,4
<i>D</i>	18 – 37	5,5	1,5	8,0	0,8

При цьому, даними змінами також встановлено підвищення екостандартів для тракторів до рівня Stage III у 2023 і 2024 році (таблиця 3).

Таблиця 3

О'б'єм граничних вихідних шкідливих речовин (Stage III) [2].

<i>Категорія двигуна</i>	<i>Потужність (кВт)</i>	<i>Оксид вуглецю (CO) (г/кВт*г)</i>	<i>Вуглеводні+ Оксид азоту (HC+ NO_x) (г/кВт*г)</i>	<i>Тверді частинки (PM) (г/кВт*г)</i>	<i>Дата введення</i>
<i>H</i>	130 – 560	3,5	4,0	0,2	01.01.2023
<i>I</i>	75 - 130	5,0	4,0	0,3	01.01.2023
<i>J</i>	37 – 75	5,0	4,7	0,4	01.01.2024
<i>K</i>	18 – 37	5,5	7,5	0,6	01.01.2024

Існує кілька методів для зниження рівня токсичності відпрацьованих газів (ВГ), які можуть бути успішно використані [2,3]:

- Перш за все, вдосконалення процесів сумішоутворення та згорання може допомогти знизити вміст шкідливих речовин у вихлопних газах.
- Організація рециркуляції ВГ може сприяти подальшому зменшенню токсичності, оскільки дозволяє повторно використовувати частину відпрацьованих газів.
- Нейтралізація ВГ є ще одним ефективним методом, який полягає у використанні спеціальних реактивів або каталізаторів для зменшення вмісту токсичних речовин.
- Застосування палива поліпшеної якості і альтернативних палив може також вплинути на зниження токсичності ВГ.

Однак, застосування цих методів може призвести до певних компромісів. Наприклад, вдосконалення процесів сумішоутворення та згорання може призвести до зменшення потужності двигуна та збільшення витрат палива. Також важливо враховувати, що у двигунах з примусовим займанням може виникнути проблема з допустимим рівнем токсичності ВГ, яку можна вирішити за допомогою систем нейтралізації [2,3].

Ці системи також можуть вплинути на ефективність роботи двигуна. Тому вирішення проблеми токсичних викидів ВГ вимагає комплексного підходу та уважного балансу між зменшенням токсичності та ефективністю роботи двигуна.

Сажа є одним із найнебезпечніших компонентів ВГ дизельних двигунів і класифікується як канцероген, що має негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей по всьому світу [3].

Фільтр сажі – це спеціальний пристрій, який призначений для очищення ВГ від сажевих частинок, що викидаються в атмосферу дизельними силовими установками. Важливо зазначити, що завдяки використанню фільтра сажі викид шкідливих речовин у повітря зменшується приблизно на 75-85%. Головне завдання фільтруючого елемента полягає у тому, щоб ухоплювати сажу під час функціонування вихлопної системи двигуна [3,4].

Не слід порівнювати сажовий фільтр з каталізатором, оскільки вони виконують різні функції. Сажовий фільтр головним чином призначений для боротьби з сажею, що є соляркою, у відпрацьованих газах, тоді як каталізатори безпосередньо нейтралізують шкідливі складові вихлопних газів. Однак варто зауважити, що обидва ці компоненти можуть працювати разом, доповнюючи один одного [3]. Навіть у дизельних двигунах можуть виходити чадний газ, оксиди азоту та незгорілі вуглеводні, тому каталітичний нейтралізатор (каталізатор) також є необхідним.

Для зменшення викидів сажі, інженери поєднали окислювальний нейтралізатор, який бореться з викидами CO і CH, з дизельним сажовим фільтром (DPF). Зазвичай ці компоненти знаходяться в одному корпусі, але можуть бути також використані у роздільних конструкціях. Фільтр DPF подібний до звичайного нейтралізатора, однак він відзначається тим, що накопичує в собі частинки сажі і спалює їх під час процесу, що називається регенерацією [4].

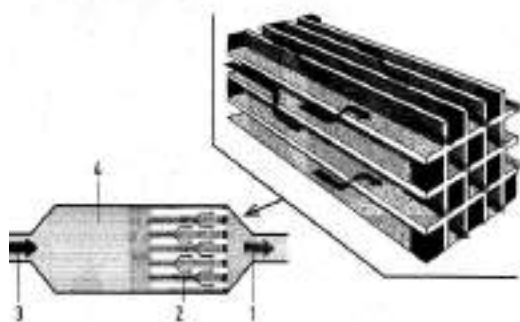


Рис. 1. Схема сажового фільтра: 1 – очищені відпрацьовані гази; 2 – фільтр DPF; 3 – відпрацьовані гази із двигуна; 4 – окислювальний нейтралізатор.

Фільтр-сажовловлювач (рис. 2) – це конструкція з комірками прямокутного перерізу, яка призначена для уловлення частинок сажі. Матеріал, з якого виготовлений фільтр, – пористий кордієрит, який володіє достатньою міцністю і стійкістю до агресивних хімічних речовин, а також не утворює тріщин при високих температурах [4-6].

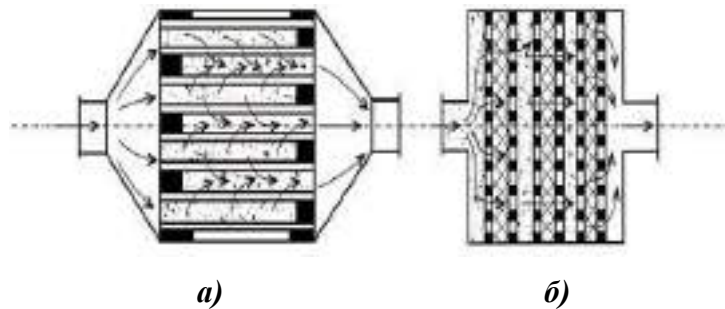


Рис. 2. Схема фільтрів-сажовловлювачів із комірковою (а) та багат шаровою насадками (б)

Технологія SCR (селективна каталітична редукція) стала ключовим рішенням для зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу, що відповідає найновішим стандартам щодо якості повітря [4-6]. Ця технологія є надзвичайно ефективною у зменшенні оксидів азоту (NO_x), що викидаються дизельними двигунами, і відповідає європейським і міжнародним екологічним стандартам.

SCR використовує реакцію між сечовиною (яка називається AdBlue) та оксидами азоту, яка відбувається під час роботи двигуна. Ця реакція призводить до утворення аміаку, який подальшим чином нейтралізує оксиди азоту, перетворюючи їх на безшкідні складники, такі як вода і азот.

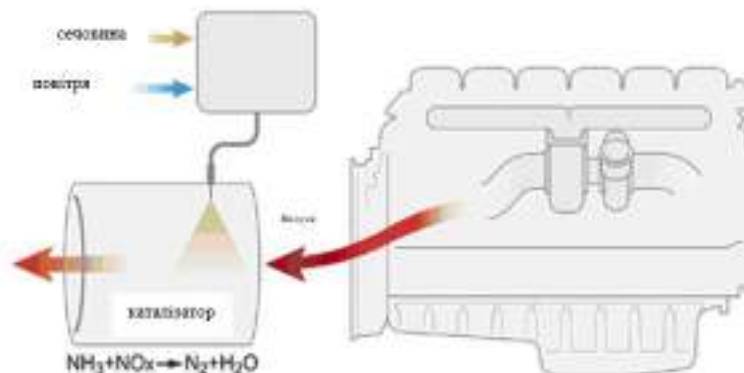


Рис. 3. Принципова схема роботи системи SCR

AdBlue – це спеціальний реагент, який використовується для зниження викидів оксидів азоту (NO_x) в вихлопних газах дизельних двигунів за допомогою технології селективної каталітичної нейтралізації SCR [4-6]. Розчин AdBlue складається з 32,5% сечовини високої чистоти, 67,5% демінералізованої води високого ступеня очищення і невеликої кількості вуглекислого газу. Цей реагент перетворює оксиди азоту в нешкідливий азот і воду шляхом хімічної реакції.

AdBlue вприскується в випускний трубопровід, де він піддається селективній каталітичній реакції з оксидами азоту, перетворюючи їх у безшкідливі речовини. Цей процес відбувається під тиском від 4,5 до 8,5 бар через інжектор, який вприсковує розчин AdBlue в потік відпрацьованих газів.

Споживання реагенту варіюється в залежності від типу автомобіля. У легкових автомобілів воно становить близько 5% споживання дизельного палива, а вантажних автомобілів - приблизно 6% [4-6].

Температура застигання AdBlue складає мінус 11 °С, але через наявність підігріву в системі SCR це не впливає на ефективність реагента. AdBlue не розширюється під час застигання і не втрачає своїх властивостей після розморожування.

Для максимальної ефективності системи SCR необхідно дотримуватися правил експлуатації та регулярно перевіряти стан реагенту сечовини, щоб уникнути будь-яких забруднень або пошкоджень [4-6]. Крім того, важливо забезпечити належну роботу каталізатора та уникнути будь-якого впливу на робочу рідину (сечовину), щоб уникнути блокування пор і втрати ефективності системи.

Щоб забезпечити оптимальну роботу технології SCR, важливо дотримуватися всіх рекомендацій виробника і регулярно проводити технічне обслуговування системи [4-6]. Тільки так можна забезпечити ефективне зменшення викидів і зберегти навколишнє середовище.

Встановлення системи *Common Rail* (рис. 3) є одним з найбільш перспективних напрямків для зменшення токсичності ВГ дизельних двигунів. Ця сучасна система впорскування палива відрізняється від традиційних систем низького тиску застосуванням спеціальної рампи, до якої під високим тиском (понад 1000 бар) подається паливо [4-6]. Після цього паливо розподіляється між електричними форсунками з соленоїдними клапанами.

Третє покоління систем *Common Rail* відрізняється використанням п'єзоелектричних інжекторів, що підвищує точність впорскування, кількість фаз впорскування та тиск подачі палива в рампу (до 1800 бар). Це не лише зменшує витрату палива до 40% порівняно зі звичайним дизелем, але й сприяє скороченню рівня токсичності ВГ, шуму та значному поліпшенню динамічних характеристик двигуна [4-6].

Таким чином, система *Common Rail* виявляється важливим кроком у розвитку дизельних двигунів, спрямованим на зменшення їхнього впливу на довкілля та поліпшення їхньої ефективності.

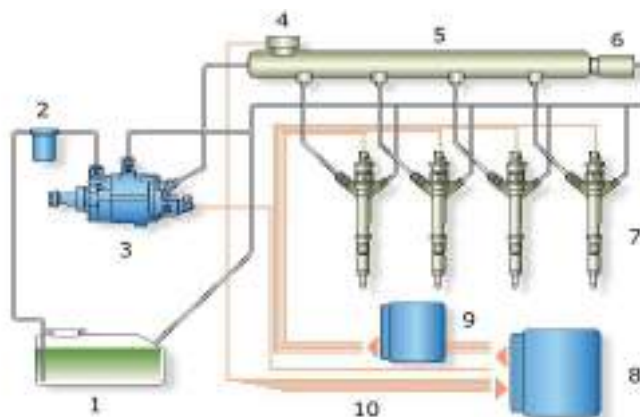


Рис. 4. 1. Паливний бак; 2. Паливний фільтр; 3. Паливний насос високого тиску; 4. Датчик тиску палива; 5. Паливна рампа; 6. Регулятор тиску; 7. Форсунки; 8. Електронний блок керування; 9. Підсилювальний блок; 10. Сигнали від датчиків.

Розвиток системи Common Rail відбувається за рахунок постійного збільшення тиску впорскування, що показано у таких поколіннях [4-6]:

- Перше покоління, запроваджене з 1999 року, мало тиск впорскування 140 МПа.
- Друге покоління, починаючи з 2001 року, мало тиск впорскування 160 МПа.
- Третє покоління, починаючи з 2005 року, підняло тиск впорскування до 180 МПа.
- Четверте покоління, з 2009 року, характеризується тиском впорскування 220 МПа.

Зі збільшенням тиску впорскування системи Common Rail зростає можливість впорскувати більше палива в циліндр за той самий проміжок часу, що в свою чергу дозволяє реалізувати більшу потужність двигуна.

Для відповідності жорстким екологічним вимогам сучасні двигуни переобладнуються різними шляхами [4-6]. Це включає оптимізацію конструкції, удосконалення системи управління, паливної апаратури, а також встановлення додаткових підсистем для зниження токсичності відпрацьованих газів. Крім того, важливим є використання відповідного палива.

Однак, для управління екологічно чистим обладнанням необхідна електроніка, яка не є дешевою. Тому для невеликих машин нові екологічні норми створюють значні труднощі, оскільки в компактних автомобілях обмежено місце для розміщення додаткових агрегатів, які призначені для очищення відпрацьованих газів [4-6].

Висновки. Забруднення атмосфери відпрацьованими газами становить серйозну загрозу для будь-якого населеного пункту, навіть невеликого. Шкідливі викиди не лише погіршують якість повітря, роблячи його небезпечним для життя людей та тварин, але й призводять до знищення рослин і тварин, порушення озонового шару, глобального потепління та інших катастрофічних наслідків на планетарному рівні.

Ефективний екологічний контроль над транспортними засобами може значно зменшити негативний вплив їх викидів на довкілля. Це вимагає спільних зусиль фахівців різних галузей, таких як автовиробники, приладобудівники, метрологи, спеціалісти з технічного обслуговування та ремонту автомобілів, а також екологи.

Запобігти або пом'якшити негативні наслідки для екології, що виникають внаслідок науково-технічного прогресу, можна за допомогою використання новітніх технологій, таких як система Common Rail, дотримання стандартів EURO, а також застосування фільтрів та систем рециркуляції.

Список використаної літератури

1. Способи зниження токсичності відпрацьованих газів: веб-сайт: URL: <https://pidruchniki.com/>. (дата звернення 28.02.22).
2. Стандарти Євросоюзу з токсичності відпрацьованих газів: веб-сайт: URL: <https://www.drive2.ru/b/>. (дата звернення 28.02.22).

3. Відпрацьовані гази. 2019. веб-сайт: URL:<https://uk.wikipedia.org/>. (дата звернення 07.03.22).

4. Сажовий фільтр (DPF): веб-сайт. URL: <https://topik.ru/> (дата звернення 20.11.21).

5. Сучасні та перспективні екологічні стандарти для дизелів сільськогосподарських мобільних машин та технології, які дозволяють їх виконати веб-сайт: URL: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/pdf2t5/12boatte.pdf> (дата звернення 08.03.22).

6. Паладійчук Ю.Б., Телятник І. Обґрунтування параметрів зниження токсичності відпрацьованих газів дизельних двигунів. Техніка, енергетика, транспорт АПК. Вип. 1 (108). Вінниця. 2020. С. 44-57.

Сергій ВАСИЛИК¹¹,
студент 2 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПІДТРИМАННЯ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ В ГРОУБОКСІ

***Анотація.** У статті розглянута важливість підтримання вологості повітря та загалом мікроклімату в гроубоксі для ефективного вирощування рослин. Вона досліджує вплив вологості на ріст та розвиток рослин, зокрема враховується її вплив на фотосинтез та здоров'я рослин. Розглядаються методи контролю вологості у гроубоксі, зокрема використання ультразвукових зволожувачів, осушувачів повітря та автоматизованих систем управління вологістю. Обговорюються переваги та обмеження кожного методу, а також найкращі практики для забезпечення оптимального середовища для рослинного вирощування у гроубоксі.*

***Ключові слова:** Підтримання, вологість, повітря, гроубокс, вологість повітря.*

***Annotation.** The article considers the importance of maintaining air humidity and the general microclimate in the growbox for effective plant growth. She investigates the influence of humidity on the growth and development of plants, particularly taking into account its influence on photosynthesis and plant health. Methods of humidity control in the growbox are considered, including the use of ultrasonic humidifiers, dehumidifiers, and automated humidity control systems. The advantages and limitations of each method are discussed, along with best practices for providing an optimal growbox environment.*

¹¹Науковий керівник: Луц П.М. к.т.н., старший викладач кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

Ключові слова: Підтримання, вологість, повітря, гроубокс, вологість повітря.

Вступ. Екологічно чистий спосіб вирощування зелені та свіжих продуктів протягом усього року у невеликому об'ємі – це сучасний та актуальний напрямок. Дослідження в цьому напрямку звичайно торкаються сучасного способу вирощування у гроубоксах – малі та великі бокси з контрольованим у середині мікрокліматом. Це дозволяє вирощувати рослини в домашніх умовах, незалежно від зовнішніх умов та сезонності. У гроубоксі штучно створюються оптимальні умови для зростання та розвинення рослин. Для створення оптимальних умов виникає необхідність підтримання показників освітленості, вологості, температури. Це ідеальний спосіб для вирощування рослини, у обмеженому просторі та у сезон несприятливих погодних умов. Гроубокс може бути виготовлений різного розміру – від невеликого закритого ящика до кімнати з об'ємом, що дозволяє вирощувати значну кількість рослин.

Окрім забезпечення необхідного освітлення та тепла, важливою складовою успішного вирощування рослин у гроубоксі є ефективна вентиляція. Вона першочергово підтримує оптимальні умови з якісного складу повітря, а це в свою чергу запобігає розвиненню хвороб та розповсюдженню шкідників. Створюється здорове середовище для росту та швидкого розвинення.

Підбір вентиляторів та правильне розташування вентиляційних каналів та системи вентиляції є основою створення ідеального боксу для вирощування.

Виклад основного матеріалу. Завданням вентиляції гроубоксу для повноцінного розвитку та швидкого зростання рослин усередині є створення правильних параметрів мікроклімату (температури, руху повітря та забезпечення необхідних показників вологості). Вентилятори в гроубоксі виконують декілька дуже важливих функцій [1]:

- подають свіже повітря з CO₂ в зону росту рослин;
- відводять перезволожене повітря;
- видаляють надлишки тепла від приладів освітлення, що зазвичай сильно гріються (ДНаТ, НПС, LED, ДНаЗ, ЕСЛ та ін.).

Питання про час та спосіб увімкнення вентиляції та освітлення залежить від необхідного рівня автоматизованості системи. Найпростіший спосіб – це керування за допомогою таймерів часу на ввімкнення вдень та вимкнення у нічний час.

В залежності від об'єму гроубоксу можливо використання декількох схем вентиляції представлені на рисунку 1.

Зважаючи на різноманітність розмірів гроубоксів — від невеликих до промислових. Схеми розташування та комплектація систем вентиляції також різняться. В будь-якому випадку, вентиляція гроубоксів виконує дві основні функції: забезпечення повітрообміну в зоні росту рослин, включаючи видалення надлишків вологи для запобігання захворюванням та захист від перегріву (відведення тепла від джерела світла) [2].

За типом системи вентиляції	Пасивна	Для великих кімнатних зимових садів або прохолодних приміщень з LED-освітленням без надмірного виділення тепла
	Активна	Системи з примусовим подаванням та витяжкою повітря, які вимагають використання вентиляторів або інших електричних пристроїв.
За переміщенням потоку повітря	Витяжна	Передбачає, що один вентилятор витягує повітря з <u>гроубоксу</u> . Повітря проходить крізь приміщення зазвичай знизу догори.
	Припливно - витяжна	Припливно-витяжна система передбачає регульований обмін повітрям та температурний режим у зоні росту рослин, а також відведення надлишків тепла від джерела світла.
	Припливно – витяжна з рекуперацією	Припливно-витяжна система з регулюванням об'єму повітря та частковою заміною в залежності від необхідності (показники температури, вологості та якості повітря).

Рис 1. Класифікація систем вентиляції в гроубоксах

Використання активної вентиляції у гроубоксі має прямий вплив на якість і кількість врожаю. Забезпечення постійного руху повітря допомагає уникнути збільшення вологості повітря та розповсюдження хвороб серед рослин. Рух повітря також допомагає розподіляти тепло в гроубоксі, забезпечуючи оптимальну температуру для росту рослин та збільшує віддачу продукції з невеликої площі [3].

Однак, вибір відповідної системи вентиляції не обмежується лише їхнім рухом повітря (рисунок 2). Наявність фільтрів у вентиляційній системі може допомогти забезпечити чистоту повітря, фільтруючи шкідливі забруднення, такі як пил, що мають негативний вплив на здоров'я рослин.

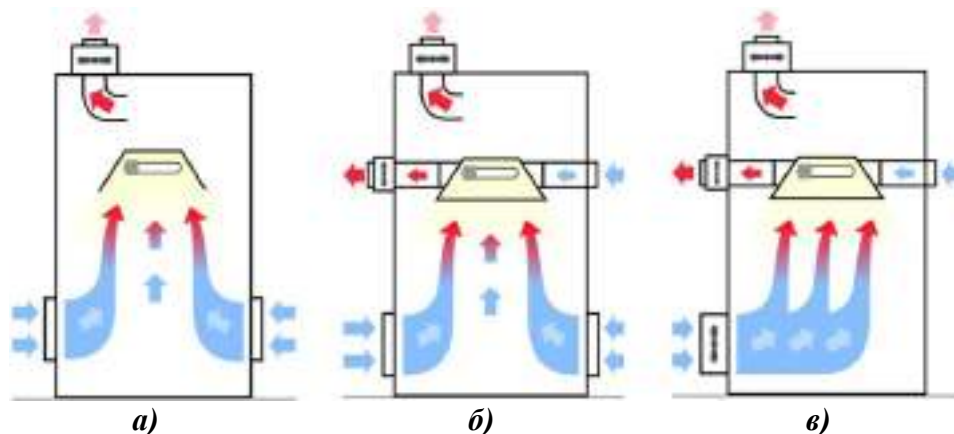


Рисунок 2. – Варіанти схем активної вентиляції в невеликих гроубоксах: а – система вентиляції з активною витяжкою; б – система вентиляції з активною витяжкою та окремим охолодженням ламп підсвічування; в – система вентиляції з активними витяжним та припливним вентиляторами та з окремим охолодженням ламп підсвічування.

Вибір відповідних вентиляторів для гроубоксів є ключовим моментом до забезпечення швидкого та якісного зростання рослин. Важливо враховувати крім продуктивності ще й показник енергоефективності системи вентиляції. Використання енергоефективних моделей з використанням рекуперації потоку може допомогти знизити споживання електроенергії та витрати на опалення, що зробить вирощування рослин у гроубоксі ще більш економічно вигідним (рисунок 3).

З проведеного огляду конструкцій систем вентиляції для боксів сформовано деякі ключові вимоги:

- Постійність обміну повітря (повинен забезпечуватись переміщення потоку повітря та відведення витратного у зовнішній простір. Це допомагає уникнути накопичення вологості та запаху, а також забезпечує рослини достатнім доступом до кисню);

- Можливість регулювання об'єму і напрямку потоку у процесі обміну повітря (система повинна бути обладнана засобами для регулювання інтенсивності і спрямованості руху повітря в залежності від потреб та зовнішніх умов);

- Фільтрація повітря (зміна характеристик потоку: вологості та температури, очищення повітря від пилу, бактерій та інших забруднень);

- Енергоефективність;

- Низький рівень шуму;

- Відведення необхідної кількості тепла.

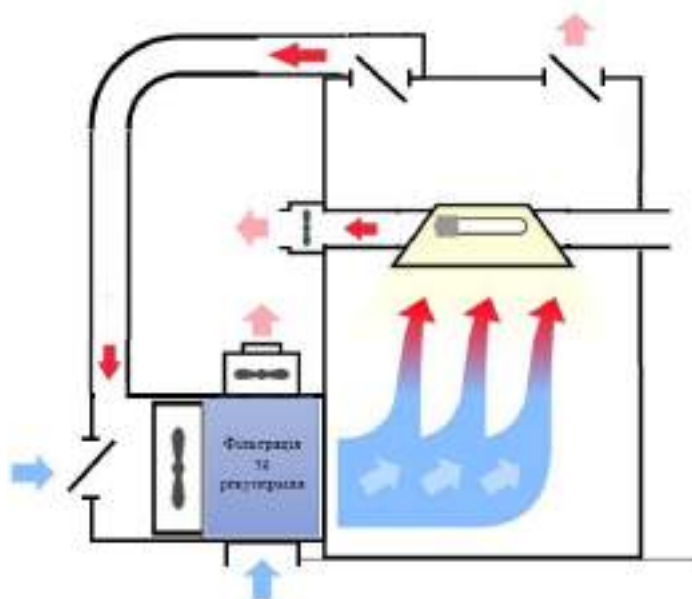


Рис 3. Система вентиляції з використанням рекуперації потоку повітря.

Розглядаючи типи вентиляторів для створення систем вентиляції гроубоксів можливо виділити наступні типи конструкції (рисунок 4).

Осьові вентилятори - це найпоширеніший тип для даних приміщень. Створений потік повітря переміщується уздовж осі. Осьові вентилятори мають різноманітні розміри, конструкції та потужності.

Відцентрові вентилятори – створюють потік повітря, спрямований в напрямку периферії пристроїв. Вони зазвичай більш потужні, ніж осьові вентилятори, але при цьому більш шумні в наслідок високих швидкостей потоку.

Безлопатеві вентилятори за технологією, що базуються на принципах аеродинаміки та ефекті Коанда. Робота безлопатевих вентиляторів полягає в створенні потоку повітря за допомогою безлопаткового дизайну, що робить їх тихими, енергоефективними та безпечними у використанні.

Для забезпечення ефективної вентиляції та здорового зростання рослин рекомендується ретельно підбирати систему вентиляції, враховуючи всі фактори та умови. Однією з умов є створення різниці внутрішнього і зовнішнього тисків. В середині боксу необхідно створити невелике розрідження повітря, що сприятиме затримці і нерозповсюдженню неприємних технологічних запахів у зовнішнє середовище.



Рис 4. Класифікація вентиляторів за типами конструкції

Повітря, яке видаляється допомогою системи вентиляції і планується на повторне використання у зовнішньому приміщенні, рекомендується очистити за допомогою вугільного фільтра. При цьому необхідно врахувати додатковий опір, який створює вугільний фільтр, при розрахунку потужності вентилятора. [4].

Розрахунок продуктивності витяжної вентиляції з встановленим осьовим вентилятором для гроубоксу заданого об'єму потрібно врахування деяких факторів:

- Розмір приміщення для вирощування рослин, що визначає обсяг повітря, який потрібно видаляти протягом певного періоду часу. Зазвичай вважається, що для кожного кубометра приміщення потрібно забезпечити витягування повітря щонайменше один раз за хвилину;

- Потужність джерела тепла також важлива, оскільки чим вона вища, тим більше повітря потрібно виводити для охолодження його до необхідної температури;

- Кількість рослин - впливає на об'єм повітря, який потрібно вивести, оскільки рослини виділяють вуглекислий газ, що потребує видалення;

- Тип освітлення також має значення, оскільки деякі види ламп виділяють велику кількість тепла.

На прикладі гроубоксу об'ємом 2 м³, в якому росте 8 рослин під 500-ватною палеогеновою лампою та джерелом тепла, потужністю 1 кВт за практичними рекомендаціями компанії Flora Growing [5] необхідно замінювати повітря один раз кожної хвилини, що потребує вентиляції з продуктивністю > 120 м³ на годину. Додатково враховується вплив потужності обігрівача та кількості рослин. Для їх компенсації додамо 25% до продуктивності вентилятора. За підсумком маємо використовувати систему вентиляції з можливістю заміни від 150 м³ повітря за годину.

Висновки. У статті проаналізовано системи вентиляції які можуть бути застосовані для підтримання вологості повітря у гроубоксах та послідовність їх вибору. Це не тільки забезпечує оптимальні умови для зростання рослин, але й значно впливає на швидкість та якість зростання. Наведено приклад розрахунку продуктивності системи вентиляції. Правильний вибір системи вентиляції забезпечить якісне та продуктивне вирощування рослин у гроубоксі.

Список використаної літератури

1. Маркетплейс PORTES.UA. Вентилятори для гроубоксу: оптимізація росту рослин в домашніх умовах: веб-сайт. URL: <https://portes.ua/ua/blog/ventilyatori-dlya-grouboksu-optimizaciya-rostu-roslin-v-domashnih-umovah/> (дата звернення 26.03.2024)

2. Група компаній «Вентбазар». Вентиляція у гроубоксі: веб-сайт. URL: <https://ventbazar.ua/uk/blog/ventilyaciya-v-groubokse/> (дата звернення 27.03.2024)

3. Веселовська Н.Р., Луц П.М. Переваги використання гідропонних установок циліндричної форми з автоматизованим процесом вирощування. Вібрації в техніці та технологіях. 2023. № 2 (109). С. 62-71. DOI: 10.37128/2306-8744-2023-2-8. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/34123.pdf>

4. Автоматизація та контроль клімату в гроубоксі: Забезпечення ідеальних умов для росту рослин: веб-сайт. URL: <https://growershouse.com.ua/newsua/sho-take-avto-matizaciya-ta-klimat-kontrol-u-grouboksi> (дата звернення 27.03.2024)

5. Flora Growing. Вентиляція в гроубоксі: веб-сайт. URL: <https://floragrowing.com/ru/encyclopedia/ventilyaciya-v-groubokse> (дата звернення 26.03.2024)

Анатолій ТИЩЕНКО¹²,
студент 3-го курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОГЛЯД АКТУАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ДРОНІВ

***Анотація.** Данна наукова стаття присвячена дослідженню актуальних моделей дронів та їх характеристик. У статті розглянуті різноманітні моделі дронів, представлені на ринку, зокрема їх розміри, типи потужності, маневреність, дальність польоту, технічні можливості та інші ключові параметри. Також детально аналізується вплив цих характеристик на функціональність та потенціал дронів у різних сферах застосування, від фото-відеозйомки до військового використання та автономних систем доставки. Результати дослідження надають важливу інформацію для визначення оптимального вибору дрона відповідно до конкретних потреб та завдань користувача.*

***Ключові слова:** моніторинг полів, дрон, безпілотний літальний апарат, дистанційне зондування.*

***Annotation.** This scientific article is devoted to the study of current models of drones and their characteristics. The article examines various models of drones on the market, including their sizes, types of power, maneuverability, flight range, technical capabilities and other key parameters. The impact of these characteristics on the functionality and potential of drones in various fields of application, from photo-videography to military use and autonomous delivery systems, is also analyzed in detail. The results of the study provide important information for determining the optimal choice of drone according to the specific needs and tasks of the user.*

***Keywords:** field monitoring, drone, unmanned aerial vehicle, remote sensing.*

***Вступ.** У світі швидкого технологічного розвитку дрони стають не лише популярними розважальними пристроями, але й невід'ємною частиною багатьох сфер діяльності. Постійна розробка нових моделей дронів відкриває широкі перспективи їх використання.*

Для успішного ведення аграрного бізнесу потрібно швидке виявлення проблем, які склалися на полі та прийняття правильних рішень для їх усунення у самі кородкі для них терміни. Для цього агроному потрібен свій помічник із усіма на сьогоднішній день технічними інноваціями. Тому більшість господарств для цього використовують агродрони.

Нині, технології безпілотних літаючих апаратів (БПЛА) активно розвиваються та стають придатними для використання у сільському господарстві. Проте, лише 10 % аграріїв використовують їх у роботі [1]. Однією

¹²Науковий керівник: Холодюк О.В. доцент, викладач кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

із причин неактивного використання дронів, як наголошує Валерій Яковенко [2] є необхідність впровадження цілого комплексу технологій. Він наголошує, що «Дрони - це частина великого комплексу. Це десятки доларів, які дають сотні доларів повернення інвестицій. Не всі підприємства впроваджують ці технології комплексно, вони роблять це частково. А ефекту синергії ті ж дрони з іншими інструментами в цьому випадку не мають».

Отож, можна відмітити, що на українському ринку цими технологіями зацікавлені не лише крупні агрохолдинги, але і невеликі підприємства.

В інформаційному просторі доволі достатньо є результатів дослідження використання [3, 4, 5, 6]. У матеріалах розглядають їх будову, конструкційні особливості, експлуатацію та технічне обслуговування різних моделей.

Мета статті. Метою статті є аналіз актуальних моделей дронів, які ефективно можна застосовувати для дистанційного моніторингу сільськогосподарських угідь.

Виклад основного матеріалу. Дрон – безпілотний літальний апарат (БПЛА) військового чи цивільного призначення, різновид військового робота; в ширшому сенсі – мобільний, автономний апарат, запрограмований на виконання визначених йому завдань.

Моніторинг стану посівів є основним джерелом інформації про схожість культур, наявність бур'янів, хвороб та інших проблем. Моніторинг дозволяє своєчасно виявити відхилення в рості та розвитку рослин, визначити їх причини та швидко прийняти управлінські рішення.

Сьогодні існує багато способів моніторингу посівів протягом сезону. Серед них – застосування супутників і дронів, листова діагностика, аналіз проб ґрунту (рис. 1).



Рис 1. Дистанційний моніторинг сільськогосподарських угідь

Використання дронів значно спрощує збір необхідної інформації про стан посівів. На відміну від супутників, дрони є більш гнучкими інструментами, а дані – більш деталізованими. Оскільки дрони зазвичай літають на висоті 100-300 метрів над землею, можна отримувати зображення з роздільною здатністю сантиметрів на піксель. Дрони дозволяють збирати величезні обсяги інформації в найкоротші терміни. В середньому екіпаж може обробити до 2 500 гектарів на день.

Варто зазначити, що для сільськогосподарських цілей використовуються різні типи БПЛА: літаки, коптери, дрони з 4, 6 або 8 пропелерами. Основні відмінності між літаками та коптерами полягають у дальності та стабільності польоту, підйомній вазі, способах запуску та посадки, а також у ціні.

Розглянемо детальніше наступні актуальні моделі дронів, а саме: DJI Mavic 3, DJI FPV, PowerVision PowerEgg X.

Дрон Mavic 3 (рис. 2) є флагманським дроном від компанії DJI [2, 7], що був випущений у 2022 році. Він пропонує ряд вражаючих характеристик, які відображені у таблиці 1.

Серед переваг можна відмітити те, що Mavic 3 оснащений високоякісною камерою Hasselblad з 20-мегапіксельним CMOS-сенсором 4/3 дюйма. Це робить його одним із найкращих дронів на ринку для фото- і відеозйомки. Велика дальність польоту забезпечує Mavic 3 пролетіти до 36 км (FCC) або 30 км (CE) на одному заряді.

Щодо тривалості часу польоту то модель Mavic 3 може літати до 42 хвилин на одному заряді. Це один із найдовших часів польоту на ринку дронів.

Серед переваг слід також відітати те, що Mavic 3 оснащений системою обходу перешкод APAS 5.0, яка використовує датчики для виявлення та обходу перешкод. Mavic 3 використовує OcuSync 3+ для передачі сигналу, що забезпечує стабільне з'єднання на великих відстанях.

До недоліків можна віднести: високу ціну (Mavic 3 є одним із найдорожчих дронів на ринку) та відсутність FPV режиму.

Іншою актуальною моделлю дрона для дистанційного моніторингу є дрон DJI FPV [8]. Ця модель дрона дозволяє пілотувати дрон від першої особи. Він оснащений камерою високої роздільної здатності, окулярами FPV та пультом дистанційного керування. Основні характеристики DJI FPV наведені у таблиці 1.



Рис 2. Дрон Mavic 3 компанії DJI



Рис 3. Дрон FPV компанії DJI

До переваг FPV можна відмітити те, що його використання дає можливість пілотувати дрон від першої особи, що створює більш захоплюючий досвід польоту; кращий контроль над дроном; можливість знімати більш динамічні кадри. FPV може розвивати швидкість до 140 км/год, що робить його одним із найшвидших дронів на ринку. Містить стабільну передачу сигналу, оскільки DJI FPV використовує OcuSync 3 для передачі сигналу, яка забезпечує стабільне з'єднання на великих відстанях, а також систему обходу перешкод, яка використовує датчики для виявлення та обходу перешкод.

Серед недоліків можна відмітити: короткий час польоту лише 20 хвилин; відсутність 4K FPV; відносно висока ціна.

Дрон PowerVision PowerEgg X - це багатофункціональний дрон, який може використовуватися як для зйомки з повітря, так і на землі. Він має 4K камеру, 3-осьовий стабілізатор та модульну конструкцію, що робить його універсальним та зручним у транспортуванні (рис. 4) [9].

Ключові характеристики PowerVision PowerEgg X наведені у таблиці 1.



Рис 4. Загальний вигляд дрона PowerVision PowerEgg X

Камера: 4K UHD (3840×2160) зі швидкістю 30 кадрів/с. Модульна конструкція сприяє швидкій заміні модулів для різних режимів зйомки. Дальність польоту сягає 4,5 км (FCC) та 3,5 км (CE). Час польоту триває 30 хв.

Таблиця 1

Порівняння характеристик дронів

Показники	DJI Mavic 3	DJI FPV	PowerVision PowerEgg X
Розмір (мм) (скл/розкл)	221×96,3×90,3 347.5×283×107.7	178×232×127 255×312×127	272×176×272 476×272×272
Вага (г)	895	795	860
Тип потужності	аккумулятор	аккумулятор	аккумулятор
Дальність польоту (FCC/CE)	до 36 / до 30 км	до 10 / до 6 км	до 6 км
Камера	20 MP	12 MP	3840×2160
Час польоту (хв)	до 42	до 20	до 30
Швидкість (км/год)	до 75	до 140	до 72
Висота польоту (м. над р.м.)	6000	6000	4000
Здатність до носіння вантажу	-	-	до 200 г

PowerEgg X може використовуватися в 5 різних режимах: дрон: для зйомки з повітря; ручна камера для зйомки з рук; стаціонарна камера: для зйомки з штатива; 360-градусна камера для зйомки панорамних фото та відео; підводна камера для зйомки під водою.

Серед додаткових характеристик можна відмітити підтримання GPS та ГЛОНАСС; FPV-трансляція; функція "Слідуй за мною"; режими польоту по точках та нічний режим.

До недоліків PowerVision PowerEgg X можна віднести те, що немає слота для SD-карти; потребує реєстрації в PowerVision та містить деякі недоступні розширені функції, які є в інших дронах

Висновок. У підсумку можемо відмітити, що аналіз сучасних моделей дронів та їх характеристик свідчить про значний прогрес у цій галузі. Різноманітність моделей відповідає різним потребам користувачів у фото-відеозйомці, дистанційного спостереження, дослідженнях та інших сферах. Технологічний прогрес дозволяє досягати вражаючої якості зображень та ефективності польоту. Зростаюча популярність дронів свідчить про їх значний потенціал у різних галузях, від розваг до професійних застосувань. Продовження досліджень та інновацій у цій області важливо для подальшого розвитку дрової технології та розширення її можливостей.

Список використаної літератури

1. Алла Ачасова. Ефективне використання дронів у сільському господарстві: що необхідно? 2015. URL: <http://www.50northspatial.org/ua/drones-agriculture-issues/> (дата звернення 20.03.2024).

2. Офіційний сайт Drone.UA. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://store.drone.ua/drones/> (дата звернення 10.03.2024).

3. Холодюк О.В. Практичні аспекти використання безпілотного літального апарата Agras T16. *Всеукраїнський науковий журнал "Техніка, енергетика, транспорт АПК"*. 2021. № 2 (113). С. 152–167.

4. Беляєв О.В., Задорожна О.В. Використання безпілотних літальних апаратів як шлях до підвищення врожайності сільськогосподарських культур. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2016. № 1(37). С. 20–22.

5. Огійчук В. Обприскування з дрона. *The Ukrainian Farmer*. 2019. № 5. С. 26–28.

6. Система точного землеробства / Л.В. Аніскевич, Д.Г. Войтюк, Ф.М. Захарін, С.О. Пономаренко. К.: НУБіП України, 2018. 566 с.

7. DJI Mavic 3. Характеристики: веб-сайт. URL: <https://comforthouse.net.ua/kvadrokopteri/> (Дата звернення 22.03.2024)

8. DJI FPV. Характеристики: веб-сайт. URL: <https://www.dji.com/global/dji-fpv/specs>
<https://wazza.com.ua/products/kvadrokopter-dji-fpv/> (Дата звернення 23.03.2024)

9. PowerVision PowerEgg X. Характеристики: веб-сайт. URL: <https://ek.ua/ua/POWERVISION-POWEREGG-X-WIZARD.htm>

Максим ФРАНЧУК¹³,
бакалавр 3-го року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ТА БЕЗПЕЧНОГО ВЕДЕННЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ПРИ ВИКОРИСТАННІ ДРОНІВ

***Анотація.** У статті подано способи використання дронів у сільському господарстві в Україні. Ця тема становить велике значення для сільськогосподарських виробників, оскільки вона спрямована на забезпечення ефективного та безпечного ведення сільського господарства. У зв'язку з нестабільною ситуацією в багатьох регіонах країни використання передових технологій може стати важливим фактором забезпечення ефективного та безпечного ведення сільського господарства. Дрони дозволяють отримувати дані про розміри та площу поля, його рельєф, спостерігати за посівами та аналізувати їх, вносити різні речовини.*

***Ключові слова:** дрони, ефективність, аналіз, продуктивність, вхідні дані.*

***Annotation.** The article presents ways of using drones in agriculture in Ukraine. This topic is of great importance to agricultural producers, as it aims to ensure efficient and safe farming. Drones make it possible to obtain data on the size and area of the field, its relief, observe crops and analyze them, apply various substances.*

Due to the unstable situation in many regions of the country, the use of advanced technologies can become an important factor in ensuring efficient and safe farming. Drones make it possible to obtain data on the size and area of the field, its relief, observe crops and analyze them, apply various substances.

***Key words:** drones, efficiency, analysis, productivity, data.*

***Вступ.** В Україні, як і в багатьох інших країнах, сільське господарство є важливою складовою економіки. Однак, коли в країні спалахує конфлікт або війна, сектор може зазнати значних втрат, оскільки доступ до землі обмежується, інфраструктура руйнується, а робоча сила втрачається. Одним з можливих рішень для підвищення ефективності сільського господарства під час війни є використання дронів [1].*

За останні роки дрони стали не лише надійною промисловою технологією, але й дуже потужною зброєю в руках військових та збройних сил. Не дивно, що сільськогосподарська галузь також починає активно використовувати безпілотні транспортні засоби для різноманітних цілей. Однак, використання дронів у сільському господарстві є особливо актуальним і корисним сьогодні, в Україні [1, 2].

¹³Науковий керівник: Труханська О. О. к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

Виклад основного матеріалу. Однією з найважливіших сфер застосування дронів у сільському господарстві є фермерство. Завдяки безпілотним апаратам сільськогосподарські підприємства можуть виявляти та вирішувати проблеми на полях з висоти пташиного польоту. Здійснюючи аерофотозйомку за допомогою дронів, агрономи можуть отримати детальні дані про врожайність, якість ґрунту та пошкодження рослин шкідниками і хворобами. Це дозволяє вчасно вживати заходів для захисту рослин, планувати обробіток землі та раціонально використовувати ресурси [3].

Мета: ефективно використання потенціалу дронів для моніторингу стану полів та посівів шляхом застосування сучасних методів обробки даних та аналізу зображень.

Завдання: проаналізувати переваги та виклики впровадження дронів в аграрному секторі України під час воєнного стану та висвітлити потенціал використання цих технологій для підвищення продуктивності та безпеки в сільському господарстві України.

Основні можливості дрона.

Ортофотоплан дозволяє точно виміряти геометричні розміри поля та визначити його геометричну площу в проекції. Саме за цю площу фермери сплачують земельний податок та орендну плату за землю. Крім того, ортофотоплан, отриманий за допомогою дрона, надає уважному агроному багато додаткової інформації. На ньому видно просіювання, пересівання, ділянки, де рослини загинули, витоптування полів людьми та технікою [4, 5].

Більше того, їх не тільки видно, але й можна порахувати на ортофотокарті, виміряти площу та отримати векторні контури цікавих або проблемних ділянок і використовувати їх для подальшої роботи з ними. Наприклад, можна створити завдання для наземного безпілотного апарату, що працює з векторними контурами та GPS-координатами (рис.1) [5].



Рис 1. Карта ортографічної проекції

Карты висот - плоска карта, що відображає рельєф місцевості (рис.2). На цій карті перепади висот на поверхні землі позначені кольором, як на геофізичній

карті, яку ви вивчали в школі: гори - коричневим, а низини - зеленим. На додаток до кольорового кодування, карти рельєфу мають ізоляційні лінії, що з'єднують точки на одному рівні. Отже, корисно мати висоту в метрах, позначену поряд з ізоляційними лініями. Такі позначення допомагають визначити проблемні ділянки на полі [5].

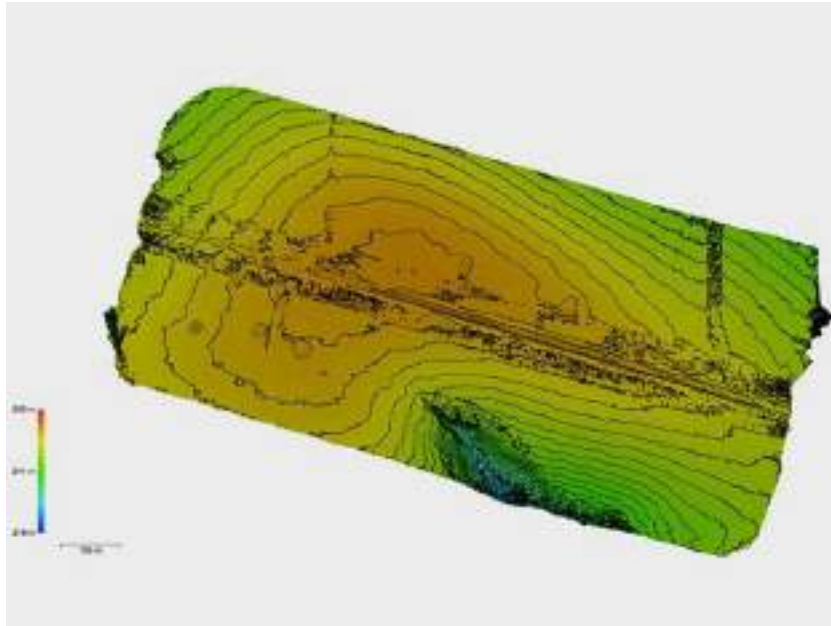


Рис 2. Карта висот [5]

Мультиспектральна зйомка - усі поля різні і неоднорідні (рис. 3). На одному і тому ж полі є ділянки, де врожайність завжди відрізняється від середньої. Деякі ділянки явно вищі, інші - нижчі. Більше того, залежно від культури, відмінності можуть бути діаметрально протилежними. Оскільки існує так багато факторів, навіть досвідчені агрономи не завжди можуть передбачити вплив на конкретну культуру на певному етапі вегетації, або навіть врахувати вплив погоди. Вхідними даними для системи може бути інформація, отримана в результаті обробки мультиспектральних знімків з дрона.

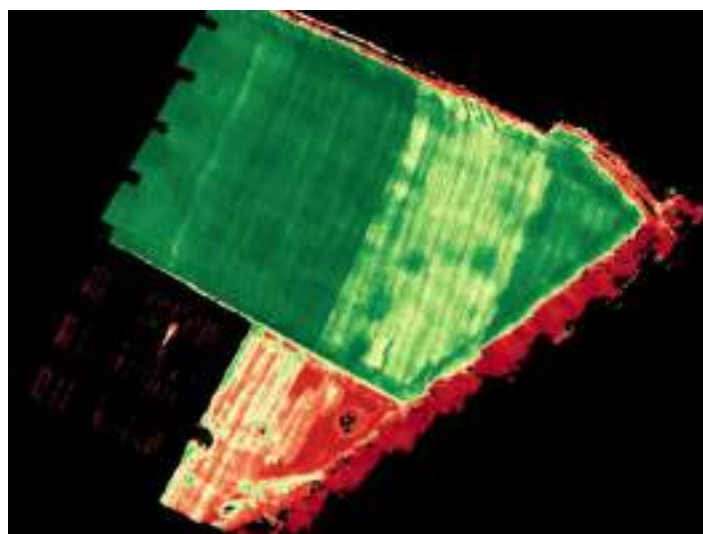


Рис 3. Мультиспектральна зйомка [5].

Інформація про зонування поля за різними показниками, такими як ступінь стресу рослин, кількість рослинності, розподіл вмісту хлорофілу по полю, рівень забур'яненості та його розташування тощо, дозволить фермерам та агрономам розробити відповідні стратегії управління цим полем [5].

Розсіювання матеріалів за допомогою дронів. Рідини, гранули, трихограми та фумігація: для високорослих культур, таких як соняшник та кукурудза, може взагалі не бути можливості заїхати обприскувачем в поле. На відміну від колісних обприскувачів, безпілотні обприскувачі можуть розпилювати речовини на листя з ювелірною точністю і з витратою лише кілька літрів на гектар. Враховуючи, що дрони буквально розпилюють пестициди на землю за допомогою пропелерів, обприскування рідинами з дронів стає, мабуть, найефективнішим на сьогоднішній день. Окрім рідин, дрони можуть вносити на поля гранульовані препарати та трихограми як безпечний засіб біологічного захисту рослин.

Фумігація - ще один незвичний тип застосування діючих речовин. Під час фумігації спеціальні кріплення на дронах створюють потужний потік гарячого повітря. Це гаряче повітря подається з рідким, біологічно нейтральним парогенератором і сумішшю діючих речовин. Мікрокраплі діючої речовини (ДР) прилипають до частинок пари, і біологічно активна пара витісняється з фумігаційних насадок.

Діюча речовина може бути використана для фумігації садів і виноградників, ефективного знищення шкідників на відкритих складах, уздовж струмків і лісосмуг, а також для знищення комарів в очереті. Цей метод фумігації особливо ефективний у поєднанні з дронами, які доставляють хмари пари в цільові зони, куди неможливо дістатися іншими методами [6]

Враховуючи ці особливості та можливості, використання дронів у сільському господарстві стало вирішальним для ефективного управління сільським господарством у воєнний час. Саме завдяки цій технології фермери та агрономи можуть швидко і точно реагувати на проблеми, мінімізувати збитки та економити життєво важливі ресурси. Оптимальне використання дронів у сільському господарстві стає основою для підвищення врожайності та забезпечення продуктивності галузі в складних внутрішніх умовах. Загалом, використання дронів у сільському господарстві у воєнний час в Україні є необхідним і корисним кроком на шляху до розвитку сільського господарства, яке не тільки годує власний народ, а й допомагає експортувати продукцію за кордон. Надійне та ефективне використання дронів у сільському господарстві дозволить збільшити обсяги виробництва, прибутковість та розвиток агропромислового комплексу в цілому.

Висновок. Використання дронів у сільському господарстві України в умовах воєнного часу має великий потенціал для підвищення ефективності та економії ресурсів. Вони можуть використовуватися для збору інформації, моніторингу обробітку полів, виявлення шкідників і хвороб, обстеження ґрунтів та екосистем. Крім того, їх можна використовувати для транспортування матеріалів та продукції. Однак успішне впровадження дронів у сільське

господарство вимагає достатніх інвестицій у розвиток технологій, освіти та нормативно-правову базу.

Список використаної літератури

1. Холодюк О.В. Продуктивність роботи безпілотного літального апарату Agras T16. Сучасні проблеми землеробської механіки: зб. тез доповідей XXII Міжнар. наук. конф., Київ-Ніжин, 16–18 жовтня 2021 р. Київ. Ніжин. 2021. С. 64–68.
2. Холодюк О.В. Практичні аспекти використання безпілотного літального апарату Agras T16. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021. № 2 (113). С. 152 – 167.
3. Система точного землеробства / Л.В. Аніскевич, Д.Г. Войтюк, Ф.М. Захарін, С.О. Пономаренко. К.: НУБіП України, 2018. 566 с.
4. GPS моніторинг у сільському господарстві: вебсайт. URL: <https://uacx.cx.ua/gps-monitoring-u-silskomu-gosp> (дата звернення 28.03.2024).
5. Система точного землеробства: Навч. посібник / Л.В. Аніскевич, М.О. Свірень, М.М. Коваленко та ін. Кропивницький: Лисенко В.Ф. 2016. 104 с.
6. Використання дронів у сільському господарстві: веб-сайт. URL: <https://dronecenter.ua/review-of-the-dji-phantom-4-pro-quadcopter> (дата звернення 28.03.2024).

Роман ХАРЧЕНКО¹⁴,

студент 4 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ ВИЯВЛЕННЯ ОБЛИЧЧЯ

Анотація. Програмна реалізація методу виявлення обличчя на напівтонових зображеннях, яка використовує алгоритм AdaBoost для навчання детектора обличчя, використовує модифіковані функції, хаароподібних ознак в слабких класифікаторах. Як тестові дані для дослідження використовується база даних Yale B. Експериментальні дослідження проводились у середовищі Matlab.

Ключові слова: виявлення, класифікатор, зображення, детектор.

Annotation. A software implementation of the face detection method on halftone images, which uses the AdaBoost algorithm to train a face detector; uses modified Haar-like features as features in weak classifiers. The Yale B face database is used as test data for the research. The experimental research was carried out using the Matlab environment.

¹⁴Науковий керівник: Возняк О.М. доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Key words: *detection, classifier, image, detector.*

Вступ. Для реалізації методу виявлення облич можна використати інтегровані середовища розробки додатків (ICP) (Borland Delphi, Turbo Pascal, NetBeans, Eclipse, Visual C++, Borland C++,) чи пакет прикладних програм для рішення задач технічних обчислень (Matlab). Перевагою ICP є швидкість виконуваних програм, недоліком складність для користувача у використанні різних бібліотек для обробки зображень, їх налаштування та реалізації без ґрунтового знання відповідних мов програмування.

Виклад основного матеріалу. Перевагою середовища Matlab є простота у використанні мови Matlab, наявність великого числа готових функцій для обробки зображень, для завантаженням графічних файлів, обробки та відображення результатів, збереження файлів, перетворення різних графічних форматів у двовимірні масиви, велика кількість інструментів для обробки двовимірних масивів. Крім того у Matlab є продумана довідкова система Help, яка дозволяє швидко знайти необхідну функцію. Недоліком Matlab є швидкість обробки. І хоча швидкість обробки є важливою для задачі виявлення облич, в дослідницьких цілях нею можна знехтувати і зконцентрувати свою увагу на поліпшення якості виявлення, зменшенні помилок першого та другого роду. А в подальшому у випадку

ефективності реалізувати його з використанням більш швидких ICP.

Такі переваги Matlab над ICP дозволяють досліднику зконцентрувати увагу на самому дослідженні, а не на вивченні особливостей відповідної мови програмування ICP. Таким чином для подальших досліджень буде вибраний пакет прикладних програм для рішення задач технічних обчислень Matlab.

Для тренування детектора згідно методу виявлення облич у Matlab було розроблено декілька функцій:

- функція AreaTable() – обчислює інтегральне зображення з вхідного зображення;

- функція Make_LBP() – обчислює ЛБШ;

- функція hst() – яка обчислює масив ЛБШ;

- функція k1_Err3_256() – обчислює помилку класифікації;

- функція In2_hst () – перетворює масив зображень облич у масив ознак облич;

- функція w_Onovl(w,kil_z) – функція нормалізує ваги зображень

Ключові змінні, які задають параметрами тренування каскаду:

- FP_C – значення ймовірності помилки першого роду для КСК;

- TP_C – значення ймовірності виявлення для КСК;

- FP – значення ймовірності помилки першого роду для кожного СК;

- TP – значення ймовірності виявлення для кожного СК;

- KIL_SK – кількість сильних класифікаторів.

Ключові змінні, які визначають параметри ЛБШ:

- KIL_OKIL – кількість пікселів околу ЛБШ;

- DELTA – поріг.

Для тестування детектора згідно запропонованого у розділі 3 методу виявлення облич у Matlab було розроблено функцію `Make_M_class()`, яка повертає масив значень з параметрами слабких класифікаторів та пороговими коефіцієнтами кожного сильного класифікатора.

Створені допоміжні масиви:

- масив `klaster` - використовується для верифікації області зображення після детекції у випадку множинних детекцій біля зображення обличчя;
- масив `ROZP` – містить координати прямокутників, в яких знаходяться шукані об'єкти після проходження каскаду сильних класифікаторів.
- масиви `XX` та `YY` використовуються для зберігання розмірів вікна пошуку при зміні масштабу шуканих об'єктів

Ключові змінні, які дозволяють керувати параметрами розробленого каскаду:

- `PROCENT` – змінна, яка визначає відсоток перетину прямокутників для кластеризації прямокутників виділених вікном пошуку для верифікації областей кандидатів;
- `KIL_WIKON` – кількість прямокутників які об'єднуються у кластер.
- `ZSUV_WP` – зсув вікна пошуку, пікселів;
- `PROCENT` – відсоток перетину вікон;
- `MIN_WIKNO` – розмір мінімального вікна пошуку;
- `MASHTAB` – коефіцієнт масштабу

Тренування КСК здійснювалося при таких параметрах: значення ймовірності помилки першого роду $FP_C=10^{-6}$, ймовірність виявлення $TP_C=0,9$; для кожного СК значення ймовірності помилки першого роду $FP=0,5$, ймовірність виявлення $TP=0,995$. В результаті тренування отриманий КСК, який складається з 20 СК.

Тестування розробленого методу та методу Віоли-Джонса здійснювалося при таких загальних параметрах: кількість вікон $\eta = 2$, коефіцієнт масштабу M_s (1,1 та 1,2), розмір мінімального вікна пошуку (24×24 та 48×48 пікселів). Для розробленого методу додатковими параметрами були: для ЛБШ (кількість пікселів околу $N = 8$, поріг $\lambda = 0$), зсув вікна пошуку $K_r = 1$ піксель, відсоток перетину вікон $\gamma = 70\%$.

Набори параметрів при яких буде здійснюватися тестування розробленого детектора облич наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Набори параметрів для тестування детектора облич

Номер набору	Розмір мінімального вікна пошуку	Коефіцієнт масштабу
1	24×24	1,1
2	48×48	1,1
3	24×24	1,2
4	48×48	1,2

Результати тестування усіх зображень з бази Yale В при параметрах детекції зазначених вище наведені у таблиці 2.

Результати тестування детектора на базі Yale B

Коефіцієнт масштабу	Критерії оцінки ефективності виявлення	Розроблений метод	
		Розмір мінімального вікна пошуку, пікселів	
		24×24	48×48
1,1	Ймовірність виявлення	0,871	0,873
	Кількість хибних виявлень	69	45
	Швидкість виявлення, кадрів/сек.	2	4-5
1,2	Ймовірність виявлення	0,827	0,84
	Кількість хибних виявлень	39	29
	Швидкість виявлення, кадрів/сек.	3-4	6-8

Аналізуючи результати з таблиці 2 можна зробити висновки що ймовірність виявлення при коефіцієнті масштабу 1,1 вища як для розміру мінімального вікна пошуку 24×24 так і для 48×48 у порівнянні з коефіцієнтом масштабу 1,2. При цьому кількість хибних виявлень при коефіцієнті масштабу 1,1 дещо вища, рази в 1,5, чим при коефіцієнті 1,2. Гіршим для коефіцієнту масштабу 1,1 була і швидкість виявлення, в порівнянні з коефіцієнтом 1,2. Як при коефіцієнті масштабу 1,1 так і при 1,2 швидкість виявлення збільшувалася у два рази при використанні мінімального вікна пошуку 48×48 в порівнянні з вікном 24×24. Також зменшувалась кількість хибних виявлень при використанні вікна пошуку 48×48 в порівнянні з вікном 24×24.

Отже отримані результати показують що змінюючи параметри тестування детектора можна налаштувати його в залежності від вхідних вимог до детектора. Наприклад, якщо потрібно налаштувати детектор для максимізації рівня виявлення, при мінімальній кількості хибних виявлень потрібно використати набір параметрів 2. Якщо потрібно налаштувати детектор для мінімізації часу виявлення при максимізації рівня виявлення потрібно використати набір параметрів 3. Тобто, як видно з результатів тестування, показники двох з трьох параметрів (швидкість виявлення, ймовірність виявлення, кількість хибних виявлень) зростають при зменшенні значення третього показника, і відповідно до цієї тенденції потрібно налаштувати детектор.

Крім цього налаштування може бути пов'язане зі знанням про мінімальний розмір облич, які присутні на зображенні, якщо відомо що мінімальний розмір більше розміру мінімального вікна пошуку 48×48, то доцільно використовувати набори параметрів 2 та 4, так як при них детектор збільшує швидкість обробки зображення і зменшується кількість хибних виявлень, пов'язаних з детекцією об'єктів схожих на обличчя, але менших по розмірам за мінімальне вікно.

Висновок. Таким чином у середовищі Matlab був реалізований метод виявлення обличчя у вигляді набору програм, які дозволяють здійснити тренування детектору обличчя використовуючи тренувальний набір зображень «обличчя» та «не обличчя», а також здійснити тестування вибраного зображення при виборі параметрів детектора (вибір відсотку перетину виділених вікон для кластеризації, вибір кількості вікон для кластеризації, зсув вікна пошуку).

Список використаної літератури

1. Кірилов О.О., Філоненко А.А. Комп'ютерна обробка зображень. – К.: Інформаційно-видавничий центр НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського", 2014. 368 с.
2. Шаталін, І. М., & Бородін, І. В. (2019). «Візійні системи контролю сільськогосподарських машин.». *Техніка та технології агропромислового виробництва*, 4(135). С.105-114
3. Малярець, Л. М. Сучасні оптимізаційні методи в середовищі MATLAB: навч. посіб.. Ч. 1 / Л. М. Малярець, Є. В. Рєзнік, Б. В. Сінкевич ; М-во освіти і науки молоді та спорту України, Харків. нац. екон. ун-т. - Харків: ХНЕУ, 2011. - 359 с.
4. Кравченко, В. (2016). «Впровадження візійних технологій в сучасні сільськогосподарські машини.» *Зернові Технології*, С.12-15.
5. Кірилов О.О., Філоненко А.А. Математична модель зображення. Інформатика та обчислювальна техніка. 2015. № 1. С. 23-28.

Василь КОГУТ¹⁵,
магістр 1 року,
Внженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

THE USE OF EFFECTIVE MEANS OF CUTTING LOW-GROWING WOOD AND ITS SHREDDING

Annotation. *The article solves the problem of the technology of harvesting fuel material, namely cutting bushes, shrubs for further use. Felling bushes and shrubs is a common necessity when "modernizing" a garden and forest, putting things in order in abandoned areas, clearing the territory for construction, proper care of fields by highways, as well as when improving the area in large cities and suburbs. The cut and crushed material that we get as a result of cutting bushes is a valuable material for the manufacture of fuel briquettes, pallets and pellets, which is an important factor in providing raw materials for the energy structure of Ukraine in the conditions of*

¹⁵Науковий керівник: Труханська О.О. к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу

hostilities in winter.

Key words: *fuel material, pellets, briquettes, bushes, shrubs, efficiency.*

Анотація. У статті проведено вирішення проблеми по технології заготівлі паливного матеріалу а саме зрізуванню кущів, чагарників для подальшого використання. Вирубка кущів та чагарників – необхідність, що часто зустрічається, при «модернізації» саду та лісового масиву, наведенні ладу на покинутих ділянках, розчищенні території під будівництво, правильному догляді за полями автомобільними трасами, а також при облагороджуванні місцевості у великих містах і передмістях. Зрізаний та подрібнений матеріал, який ми отримуємо в результаті зрізування кущів є цінним матеріалом для виготовлення паливних брикетів, палетів та гранул, що є важливим фактором забезпечення сировиною енергоструктури України в умовах ведення військових дій у зимовий період.

Ключові слова: *паливний матеріал, пелети, брикети, кущі, чагарники, ефективність.*

Introduction. Timely cutting of bushes and dead wood near settlements is a useful safety measure. Sooner or later, dry branches of trees and kiosks break under the weight of fallen snow or a small squally wind, which leads to a break in power lines and damage to small structures, cars and even people. It is desirable to carry out landscaping in a timely manner also because in bad weather conditions (blizzard, snowfalls, downpour, etc.), when a breakdown or break in the line has already occurred, it will be much more difficult to carry out the entry of equipment than in sunny fine weather. In addition, the estimate for the felling of bushes and emergency trees will already include the possible percentage of risk of specialists. The cut and crushed material that we get as a result of cutting bushes is a valuable material for the manufacture of fuel briquettes, pallets and pellets, which is an important factor in providing raw materials for the energy structure of Ukraine in the conditions of hostilities in winter. The production of such raw materials is unstable as it is seasonal, but its use is an effective additive to the production of solid biofuels. Taking into account the high importance of the use of by-products of wild bushes, this problem is of great importance in the technology of preparation of fuel material [1].

The purpose of the work is improvement of the technological process of cutting bushes and other wild tree formations with simultaneous grinding for the use of material in the energy industry.

Materials and methods: One of the time-consuming processes in cutting and chopping bushes is the organization of mechanized harvesting and the use of effective means of cutting and shredding stunted wood. One of the significant disadvantages of the technology of harvesting bushes with shredding is cutting without further shredding and the complexity of transporting and processing the cut material [2].

At present, due to the difficult financial situation in the state, a big problem of society has become unwanted vegetation in the form of bushes, shrubs, which flooded villages, fields and highways. Thus, high-quality removal of unwanted vegetation is a hot topic today. For a more perfect process of vegetation removal, it is currently

necessary to develop new promising machines with high efficiency and reduced costs.

Care for seeding shrubs consists in cutting out wild bushes in plantings, forest belts and living areas. Annual cutting of bushes is carried out in order to: - cut off all dry, painful and severely damaged branches of shrub plantations (park planting area); - pruning the shape of the crown or reducing it; - creation of an even, straight trunk of the desired height (park area); - increase the access of air and light for the growth of large trees (forest plantations, forest belts) [3].

Cutting shrubs is most often carried out during the season of minimal circulation of juices, in late autumn and early spring. Cutting shrubs is considered the most common work for the care of forest plantations. Significant advantages are provided by the technology of processing shredded wood of bushes and shrubs into briquettes. The height of the cut stems of shrub bushes should be no more than 10-12 cm. The optimal moisture content of the raw material of the cut mass is 60-70%. At a plant moisture content of 60-70%, the leaf-stem mass is crushed so that the slices 2-3 cm long are at least 70% (by weight), and at a moisture content of 75-80% and higher, the chops are increased to 4-5 cm or more. The total loss of crushed mass should not exceed 5% [1-3].

Shredded wood is wood particles of various shapes and sizes that are obtained as a result of machining. Shredded wood includes: wood chips, crushers, shavings, sawdust, wood flour, wood dust. This GOST defines the following types of shredded wood: - technological chips; - green cod (wood chips containing impurities of bark, needles or leaves); - fuel chips (there are no general requirements, this provision is explained by the fact that the fractional composition of wood chips intended for combustion is determined mainly by the design of the furnace); - crushing (particles obtained from wood grinding on crushers and hammer chippers); - wood shavings (wood particles that are formed when cutting wood); - sawdust (wood particles that are formed in the process of dust production); - technological sawdust (sawdust suitable for the production of cellulose, wood-based panels and products of forest-chemical and hydrolysis industries); - wood flour (particles of a given particle size distribution, obtained by dry mechanical grinding of wood); - wood dust (wood particles less than 1 mm in size) [5].

Shredded wood can be obtained as a waste product of the main production or produced for a specific use on a specialized line. There are several levels or degrees of wood crushing: - primary wood shredding, in which mainly particles are formed. The most common way is to get wood chips in chippers of various types.

Primary shredding is the most energy-consuming operation, since at this stage the wood fibers break across them - in the direction of maximum wood strength; - additional grinding of wood particles, i.e. additional grinding of chips, shavings into chip or fibrous mass, particles that have quite specific dimensions necessary for cellulose, tile and other industries [4-7].

The SF-6000 pulley tree pruner is equipped with three circular saws with a total cutting width of 1.8 meters. The hydraulic system provides a lift to a trimming height of up to 6 meters. Convenient control of the hydraulic system is carried out using a joystick. The cutter for pruning trees is attached to MTZ-80, (-82), LOVOL FT 1054

and other tractors in the standard holes of the front beam and to the side members. The hydraulic station is installed on the rear hitch of the tractor and is connected to the PTO by a propeller shaft and provides torque transmission to the circular saws. The use of this equipment will automate the process of clearing excess vegetation, significantly save time and labor and will be useful for farms serving roadsides, as well as agricultural enterprises to free up additional areas of land (Figure 1) [6].



Figure 1. – Forest belt pruner PULLEY SF-6000

Mounted mulchers (Figure 2) Nokamic with a hydraulic drive (Canada) belong to the professional class of mulcher equipment. They are mounted on front loaders. The rotor drive is hydraulic (from the carrier hydraulic system). The rotor rotation speed is 850-2000 rpm. The type of cutters is fixed steel or with tungsten carbide tips. The required working pressure in the hydraulic system of the carrier is 350 atmospheres [7].



Figure 2. – Hydraulically driven Nokamic mounted mulcher (Canada)

The machine for continuous pruning of vines with removal of the tops of wine-hail bushes from trellis wires (Figure 3) consists of a mower 1 and a device 2 for removing the tops. The mower, which is aggregated with the T-16M self-propelled chassis, is equipped with fingerless single-jogging cutting devices with two movable knives and contains a frame 3, right and left sections of cutting devices 4, a protective

device 5, a prot 10 and a control mechanism for cutting devices. The cutting devices are hinged to the drive shaft of the side section by means of an intermediate carriage and are held in the working position by a spring-mi 7, pressing the cutter bar and carriage to the stops 8. On the beam of each cutting apparatus there is a protective device 11 made of spring-loaded roller blocks for automatic bypass of trellis posts.

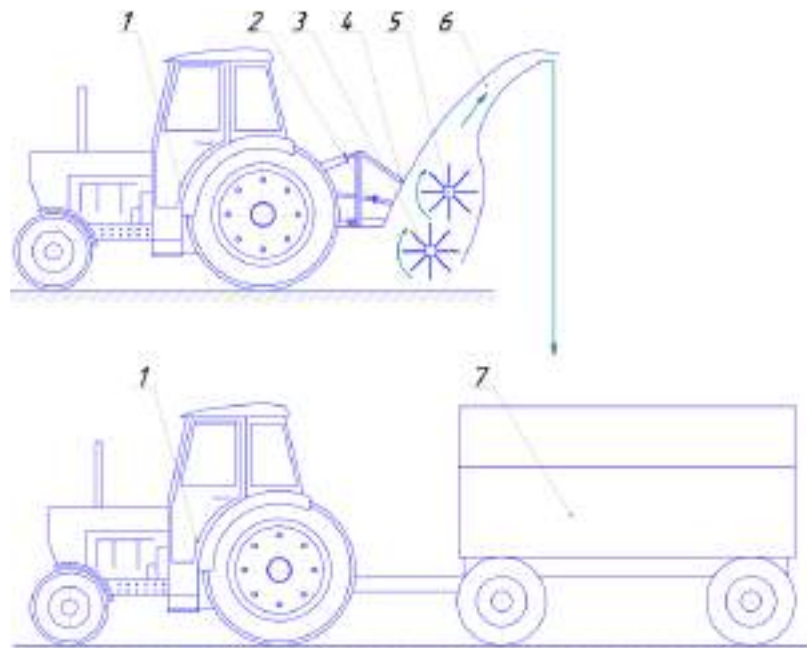


Figure 3. – *Trailed unit for cutting and chopping bushes: 1 – tractor; 2 – cardan drive; 3 – shredding rotor; 4 – device frame.*

Cutting with the collection of a mass of bushes is used for the manufacture of fuel cells in alternative energy sources.

Conclusions. The use of mechanized technologies in the removal of shrubs and bushes is currently relevant for clearing forests, forest belts, fields and household plots using crushed mass as mulching raw materials and for the manufacture of fuel materials (pallets, granules). An analysis of machines for removing bushes and shrubs of domestic and foreign production was carried out. Based on the analysis, a rotary machine was developed for removing shrubs and shrubs with the collection of shredded mass into a vehicle for further use.

References

1. Bulgakov V. et al. Theoretical Study of the Trajectory of Movement of a Ploughing Aggregate with a Reversible Plough on the Headlands. In: *International Symposium on Farm Machinery and Processes Management in Sustainable Agriculture*. Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 27-35.
2. Dubinsky, V.V., Kulinich S.P., Chuiko V.P. Mathematical model of vibrational hydraulic drive of the press for utilization of woodworking waste enterprises. *Industrial hydraulics and pneumatics*. 2018.1(27). P. 81-85.
3. Sereda L.P., Trukhanska O.O., Shvets L.V. Development and research of a tillage machine for strip-till technology with active milling working bodies. *Vibrations in engineering and technology*. 2019. 4 (95). C.65-71.

4. Shvets L.V. Technological prerequisites for the use of bioenergy potential of gardens and forestry lands. *Vibrations in engineering and technology*. 2019. №470; 4 (95). P. 86-93.

5. Trukhanska O. Improvement of quality indicators of the process of sowing of row crops. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2021. №2(101). С. 124-134

6. Sereda L., Trukhanska O., Shvets L, 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. 67-72.

7. Kaletnik G.M., Chausov M.G., Shvaiko V.M., Pryshlyak V.M. et al. *Fundamentals of Engineering Methods of Strength and Stiffness Calculations. Part III: Textbook*. Kyiv: High Tech Press, 2013. 528 p.

8. Sereda L.P., Shvets L.V., Trukhanska O.O. Introduction of organic liquid fertilizers in the conditions of farms. *Engineering, energy, transport of the agro-industrial complex*. 2019. №470; 2 (105). P. 25-30.

Максим СТЕПАНЕНКО¹⁶,
студент 1-го курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І МЕТОДІВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Анотація. У статті розглянуто систему точного землеробства. Розповідається про переваги та недоліки точного землеробства, як воно впливає на урожайність та ґрунт. Досліджено яку роль воно відіграє у сільському господарстві. Точне землеробство є важливою галуззю, яка сприяє сталому розвитку сільськогосподарського сектору. Впровадження цих новаторських технологій допомагає забезпечити продовольчу безпеку, збереження природних ресурсів і забезпечує стійкий економічний розвиток відповідно до потреб сучасного світу.

Ключові слова: точне землеробство, ефективність, урожайність, ґрунт, технології, сільське господарство.

Annotation. The article deals with the system of precision agriculture. It tells about the advantages and disadvantages of precision agriculture, how it affects productivity and soil. Research what role it plays in agriculture. Precision agriculture is an important industry that contributes to the sustainable development of the agricultural sector. The implementation of these innovative technologies helps to

¹⁶Науковий керівник: Труханська О.О., кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

ensure food security, conservation of natural resources and ensures sustainable economic development in accordance with the needs of the modern world.

Keywords: *precision farming, efficiency, productivity, soil, technologies, agriculture.*

Вступ. Одним із найважливіших галузей, яка гарантує нашу життєдіяльність, є точне землеробство, яке поєднує в собі знання про ґрунти, рослини та екосистему, дозволяє працювати з природою ефективніше і створювати умови для отримання високої урожайності як зернових так і технічних культур [1].

Точне землеробство не лише допомагає збільшити врожайність і знизити витрати, але і сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля, зменшуючи використання хімічних речовин та енергії. Крім того, цей підхід може підвищити економічну стійкість фермерських господарств, роблячи їх більш конкурентоспроможними на ринку.

Основна ідея точного землеробства полягає в тому, щоб на землю впливали якомога менше шкідливі фактори. Замість того, щоб експлуатувати землю насиченими добривами та пестицидами, як це робиться у сучасних методів землеробства, точне землеробство пропонує використовувати натуральні ресурси, такі як компост та органічні добрива, для збереження родючості ґрунту та підтримки різноманіття екосистеми [1].

Виклад основного матеріалу. З урахуванням постійного наростання світової населення і зменшення площі придатних для сільськогосподарського виробництва земель, точне землеробство стає необхідним і невід'ємною частиною сучасного світу. Його впровадження в світову практику є критично важливим для подальшого розвитку та забезпечення стабільності в галузі сільського господарства [2].

Точне землеробство є комплексною високотехнологічною системою сільськогосподарського менеджменту, що включає в себе технології глобального позиціонування (GPS), географічні інформаційні системи (GIS), технології оцінки врожайності (Yield Monitor Technologies), технологію змінного нормування (Variable Rate Technology) і технології дистанційного зондування землі (ДЗЗ) (рис.1) [1-3].



Рис 1. Система GPS (Trimble) [3]

Впровадження точного землеробства вимагає великих інвестицій у придбання необхідної техніки та програмного забезпечення, а також навчання персоналу. Крім того, впровадження точного землеробства може призвести до збільшення використання енергії та ресурсів, що може мати негативний вплив на навколишнє середовище [4].

Проте, впровадження нових технологій може призвести до зменшення робочих місць та зміни вимог до кваліфікації працівників у сільському господарстві.

Усі вищезазначені фактори показують, що точне землеробство є багатограним питанням, яке потребує балансу між позитивними ефектами для продуктивності та стійкості системи виробництва та негативними впливами на середовище та соціальну складову. Зважаючи на обмежені ресурси та зміну кліматичних умов, точне землеробство може бути важливим інструментом для сталого розвитку сільського господарства в майбутньому [4].

Поняття точного, або ж прецизійного землеробства почало активно розвиватися наприкінці 20 століття, у 80-90-х роках. Підхід передбачає використання таких базових технологій:

1. Технологія змінних норм - контроль кількості вкладених ресурсів за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, контролерів і системи DGPS.

2. Відбір проб ґрунту за допомогою GPS для аналізу складу поживних речовин, рівня рН та інших даних.

3. Комп'ютерні програми допомагають створювати точні плани фермерських господарств, карти полів, аналіз врожаю, карти врожайності та визначати точну кількість необхідних ресурсів.

4. Технологія дистанційного зондування - на основі даних з дронів і супутників визначають фактори, які можуть спричинити стрес у врожаю в певний час, а також оцінюють кількість вологи в ґрунті [5]

Однак, не для всіх земельних ділянок ці технології точного землеробства є необхідними. Потреба у впровадженні ресурсозберігаючого землеробства залежить від ступеня неоднорідності родючості поля.

Переваги:

- дозволяє використовувати добрива, воду та інші ресурси з більшою ефективністю, тим самим знижуючи витрати;

- індивідуальне керування окремими ділянками поля допомагає підвищити врожайність;

- дозволяє мінімізувати застосування добрив і хімікатів, що сприяє більш екологічному обробітку;

- підвищує якість ґрунтів;

- використання даних допомагає фермерам точніше планувати та прогнозувати результати;

- сприяє оптимізації трудовитрат.

Недоліки:

- потребує значних фінансових вкладень;

- складність в освоєнні - потрібне навчання персоналу;
- проблеми в обладнанні або проблеми з програмним забезпеченням можуть призвести до простоїв і зниження продуктивності [4-6].

Найбільш важливим питанням, рішенням останнім часом в європейських країнах, було знаходження оптимального рівня використання добрив і хімікатів в рослинництві, а також визначення доз їх внесення, що виключають негативний вплив на ґрунт, рослини і навколишнє середовище [6].

Першими вагомими результатами у використанні електронних пристроїв на с.-г. техніці були розробники машин для захисту рослин. Наприклад, обприскувач Hydroelectron фірми Теснома, який отримав золоту медаль на міжнародній виставці SIMA-1976 Парижі, був обладнаний електронним регулятором подачі розчину пропорційно швидкості руху агрегату. Аналогічну машину розробила англійська фірма Agmet. В них підтримується постійна в одиницю часу витрата розчину, а норма його внесення на 1 га значно варіюється при кожному перемиканні передачі, зміні частоти обертання двигуна і буксованні коліс, що забезпечує економію до 20% отрутохімікатів. А це не тільки економічний, але і екологічний ефект [4-7].



Рис 2. Обприскувач Hydroelectron [4]

Складніше вирішувалися питання точного висіву насіння зернових колосових культур. Експериментальні зразки таких сівалок були показані на міжнародній виставці в Мюнхені в 1982 р, а серійна машина з електронним регулятором висіву фірми Blanchot з'явилася лише через три роки і була відзначена на паризькій виставці SIMA-1985. Фірма Rider (Німеччина) пішла ще далі, створивши сівалку Saxonia, яка забезпечує задані не тільки відстань між насінням в рядку, а й глибину їх загортання (рис. 3) [6].



Рис 3. Сіялка Saxonix

GPS обладнання затребуване в зв'язку з тим, що забезпечує економію коштів. У Європі, наприклад, підраховано, що економічний ефект від застосування GPS обладнання сягає 50-60 Євро на гектар [7].

Крім того, користувачі даного обладнання отримують можливість проводити польові роботи вночі, в тумані, при підвищеній запиленості. Значних успіхів в електронізації с.-г. техніки досягли фірми Amazone, Diadem, Rotina, Lely та інш. В машинах відцентрового типу вони домоглися незалежності дози внесення добрив на 1 га від швидкості агрегату. Крім того, частота обертання дисків що розсіюють і фактична доза добрив, що вносяться на 1 га, постійно висвічуються на моніторі, причому останню тракторист може змінювати зі свого робочого місця [7].

Висновок. Точне землеробство є важливою галуззю сільського господарства, яка має значний потенціал для покращення продуктивності і ефективності виробництва сільськогосподарських культур.

Основні переваги точного землеробства полягають у можливості більш точного контролю за внесенням різних речовин (грунтових амфіболітів та живлення), управлінням поливними системами, раціональним розміщенням сільськогосподарських культур на ділянці, вирішенням проблеми бур'янів та шкідників.

Застосування сучасних технологій і методів точного землеробства дозволяє оптимізувати використання ресурсів, зменшити втрати врожаю та покращити якість продукції, а застосування сучасних технологій, таких як GPS, GIS, датчики, роботизація, статистична аналітика та штучний інтелект, дозволяє зібрати та аналізувати велику кількість даних, що допомагає приймати кращі рішення щодо управління полем, внесення добрив, зрошення та внесення захисних засобів.

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. Що таке точне землеробство, його характеристики: вебсайт. URL:<https://agroapp.com.ua/uk> (дата звернення 25.03.2024 р.).
4. Основа точного землеробства: вебсайт. URL:<https://kas32.com/ua> (дата звернення 25.03.2024 р.).
5. Обладнання у точному землеробстві: веб-сайт. URL: <https://poletehnika.com.ua/> (дата звернення 25.03.2024 р.).
6. Історія створення системи GPS : веб-сайт. URL:<https://centeragroservice.com.ua> (дата звернення 26.03.2024 р.).
7. Агрообладнання у сільському господарстві : веб-сайт. URL:<https://agriline.ua> (дата звернення 26.03.2024 р.).

Владислав ХРИЩЕНЮК¹⁷,

Студент 4-го курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РОБОТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ТА ПРИСТРОЇ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

***Анотація.** Сільськогосподарська галузь постійно шукає шляхи підвищення ефективності, збільшення виробництва та зменшення відходів. Один із способів зробити це – застосування роботизованих систем та пристроїв. Робототехніка стає невід'ємною частиною сільськогосподарського та харчового виробництва, метою якої в сільському господарстві - допомогти сектору стати більш продуктивним і екологічно чистим.*

Метою даної статті є дослідження існуючих зарубіжних та вітчизняних розробок роботизованих систем та пристроїв, які сприятимуть підвищенню ефективності механізованих процесів у рільництві та збільшенні врожайності сільськогосподарських культур.

У роботі наведено особливості функціонування таких роботизованих систем та пристроїв як: Probotiq, Greenbot, VoniRob, AT400 Spirit, Robopilot, Autorprobe, ФРЕНДТ-ровер. Відмічено що роботизовані системи, пристрої роблять процес у сільському господарстві легким, ефективним за часом, економічно вигідним, високопродуктивним та стійким.

¹⁷Науковий керівник: Холодюк О.В., к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

Ключові слова: *робототехніка, роботизовані системи, роботизовані пристрої, підвищення ефективності, продуктивність, робочий орган.*

Annotation. *The agricultural industry is constantly looking for ways to improve efficiency, increase production and reduce waste. One way to do this is to use robotic systems and devices. Robotics is becoming an integral part of agricultural and food production, the purpose of which in agriculture is to help the sector become more productive and environmentally friendly.*

The purpose of this article is to research existing foreign and domestic developments of robotic systems and devices that will contribute to increasing the efficiency of mechanized processes in agriculture and increasing the yield of agricultural crops.

The work features the functioning of such robotic systems and devices as: Probotiq, Greenbot, BoniRob, AT400 Spirit, Robopilot, Autoprobe, FRENDR-rovers. It is noted that robotic systems and devices make the process in agriculture easy, time-efficient, economically profitable, highly productive and sustainable.

Key words: *robotics, robotic systems, robotic devices, efficiency improvement, productivity, working body.*

Вступ. Використання роботизованих машин у сільському господарстві дозволяє створювати високоінтелектуальні автоматизовані виробництва продукції рослинництва та тваринництва, тому останніми роками ведеться інтенсивна робота зі створення робототехнічних пристроїв для виконання повторюваних та високовитратних операцій під час вирощуванні сільськогосподарської продукції. Створення та застосування роботів для сільського господарства є ефективним засобом покращення умов праці та життя людини. Роботи останніх поколінь автоматизують такі операції, як розпізнавання, аналіз ситуацій, виконання траєкторії руху за певною програмою, адаптивне керування [1, 2]. Внаслідок повної чи часткової передачі цих функцій роботу людина розвантажується не лише від монотонної, рутинної та важкої фізичної роботи, а й від напруженої розумової діяльності.

Важливий результат роботизації – звільнення людини від роботи у несприятливих чи небезпечних умовах, зниження травматизму. Підтвердженням цього може бути використання польових роботів, в першу чергу, на внесенні добрив та хімічних засобів захисту рослин, а також там, де людина схильна до сильної дії вібрації, запиленості, загазованості, високого рівня шуму – трактори та високопродуктивні самохідні, збиральні комбайни. Тому одне з важливих завдань у рільництві – створення роботів для автоматичного водіння тракторів, комбайнів та інших машинно-тракторних агрегатів із звільненням працівників – трактористів-операторів.

При створенні робототехніки для рослинництва необхідно враховувати особливості умов роботи, такі як велика територіальна протяжність і роз'єднаність підприємств, сезонність робіт, залежність від погодно-кліматичних умов, безпосередній контакт з рослинами та ін.

Постановка завдання. Метою даної статті є дослідження існуючих зарубіжних та вітчизняних розробок роботизованих систем та пристроїв, які сприятимуть підвищенню ефективності механізованих процесів у рільництві та збільшенні врожайності сільськогосподарських культур.

Виклад основного матеріалу. В інноваційних портфелях багатьох компаній, які виробляють сільськогосподарську техніку є проекти, які пов'язані з безпілотним керуванням тракторів, комбайнів та інших агрегатів [1, 3].

Машинобудівні гіганти проводять випробування зразків техніки, яка працює без участі механізаторів, а фермери-інноватори вже засівають поля за допомогою безпілотної техніки. Так, компанія Probotiq (Нідерланди) [4] розробила безпілотні системи для тракторів, використовуючи вже існуючі системи точного землеробства. Якщо цифрова карта поля занесена з її межами в бортовий комп'ютер, а сама сільгоспмашина оснащена супутниковою системою навігації достатньо доповнити цей тандем механізмом дистанційного керування і об'єднати все в єдину систему.

Фірма «Dutch Power Company» створила робот «Greenbot» для виконання технологічних операцій в полі, садах або муніципальному секторі регіону (рис. 1) [4, 5]. Робот є чотириколісною самохідною машиною, що має передню (категорія 1) і задню (категорія 2) навісні системи для знарядь.

Зміну напрямку руху робота «Greenbot» може здійснювати різними варіантами: поворотом лише передніх, лише задніх, всіх чотирьох коліс або способом "краб". За допомогою пульта керування оператор на початку роботи, записує в пам'ять машини алгоритм руху та виконання операцій всього циклу сільськогосподарських робіт. Після чого робот по команді самостійно здійснює запрограмовану програму, обов'язково реагуючи на перешкоди та сигнали, що надходять від системи датчиків встановлених на ньому. У разі виявлення перешкод чи сторонніх (не встановлених) предметів Greenbot зупиняється та надсилає текстове повідомлення оператору. Пропонуються дві моделі - CR 12 і CR 18, що відрізняються одна від одної габаритною шириною та масою. Оснащуються чотирициліндровими двигунами потужністю 74,5 кВт. Трансмісія – гідравлічна з блокуванням диференціалів. Для корекції руху у реальному масштабі часу використовується сигнал GPS.

Також відомий автономний модульний сільськогосподарський робот-платформа «BoniRob» (рис. 2), що є спільною розробкою університетів у м. Оснабрюк (Німеччина) та м. Вагенінген (Нідерланди) та фірм-виробників сільськогосподарської техніки «Amazon» та «Bosch» [2].

BoniRob призначений для вимірювання властивостей стану ґрунту, обприскування рослин ЗЗР, механічної боротьби з бур'янами. Залежно від виду робіт на платформі може бути розміщений один із модулів. Робот має власну систему навігації, може визначати GPS-координати окремих рослин, складати карти проведених робіт, готувати необхідну документацію.



Рис 1. Загальний вигляд робота «Greenbot»



Рис 2. Загальний вигляд робот-платформи «BoniRob»

На міжнародній конференції з питань інтелектуальних систем та роботів, що відбулася у Відні, спеціалісти компанії «Deepfield Robotics» (дочірня компанія фірми «Bosch») представили робот-платформу «BoniRob». Ця платформа містить модуль, який може знищувати бур'яни (рис. 3) механічним способом, завдяки ударному інструменту діаметром 1 см в автоматичному режимі. Ударний інструмент вдавлює бур'ян у землю на глибину 3 см, витрачаючи на це лише одну десяту частки секунди.

Основною метою робота «BoniRob» є знищення молодих пагонів бур'янів, які він визначає по формі листка за допомогою камери з високою роздільною здатністю. Даний робот також знищує дорослі рослини із більшим листям. Його роботу досліджували на полі з морквою, з відстанню у рядку між коренеплодами в 2 см, а щільність бур'янів становила близько 20 рослин на 1 м². Максимальна швидкість роботи робота склала 1,75 бур'яну в 1 с при русі зі швидкістю 3,7 см/с. Зараз ведеться розробка варіанта універсальної платформи меншого розміру та набору змінних модулів до неї. Такі маленькі платформи можуть працювати у складі груп, майже не поступаючись у продуктивності більшим платформам.

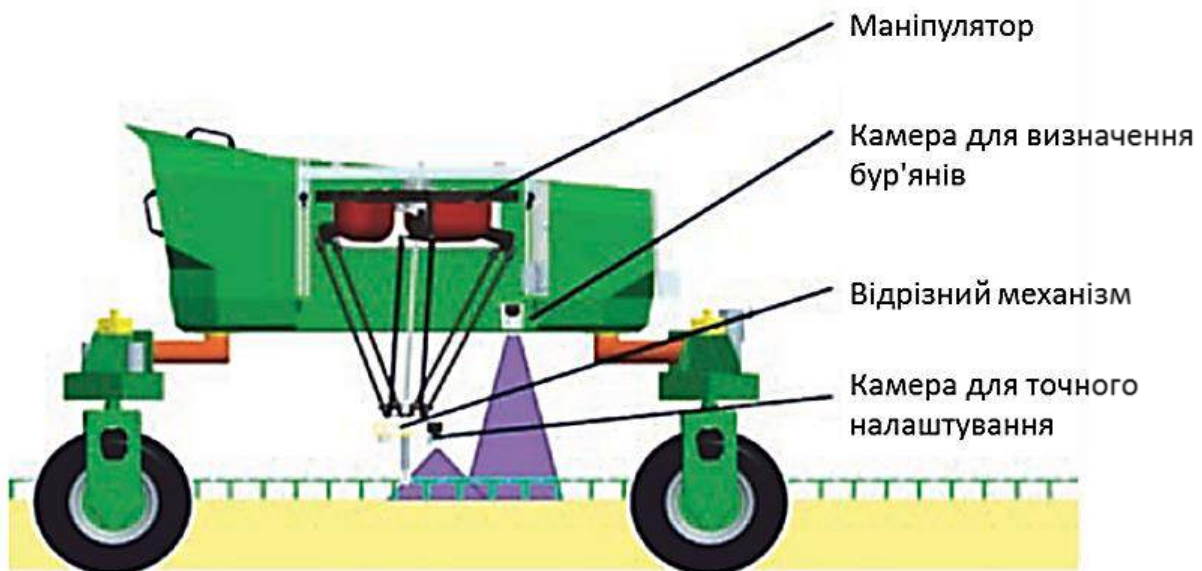


Рис3. Схема розташування робочих органів модуля для механічного знищення бур'янів

Інший автономний безкабінний трактор "AT400 Spirit", що був розроблений компанією "Autonomous Tractor" (США) (рис. 4) [1, 4]. Може використовуватись із різними причіпними зняряддями.

Автономний трактор оснащений системою автономного водіння AutoDrive, що базується на GPS-позиціонуванні, та ще двома наземними системами позиціонування. Основою AutoDrive є лідарна радіолокаційна навігаційна система (LRNS), бездротове підключення до локальної мережі та бортова система штучного інтелекту. Система штучного інтелекту, яка дозволяє "навчити" трактор виконувати повторювані завдання без необхідності програмування. Система виявляє будь-які перешкоди і, за потреби, негайно зупиняється, коли перешкода наближається до трактора на відстань до 10 метрів, та надсилає оператору SMS-повідомлення. Оператор може перевірити ситуацію за допомогою цифрової відеокамери, що обертається і нахилиється, встановленої на самому тракторі. Ще однією особливістю трактора є привід eDrive. Він поєднує в собі електродвигун, що працює від бортового генератора, і двигун внутрішнього згорання. Доступні приводи потужністю 74 кВт, 147 кВт і 294 кВт; системи AutoDrive і eDrive можуть бути встановлені на інші шасі.

Garford Farm Machinery є британським виробником сільськогосподарської техніки на виставці Lamma 2022, яка представила систему управління трактором Robo-pilot. В ній інтегровані дві системи: Roboscor і система автоматичного управління трактором, яка використовує інформацію про локальне місцезнаходження. Призначення система Roboscor – автоматичне керування трактором при міжрядному обробітку просапних культур. Включає відеокамеру, бортовий комп'ютер, навішування з системою гідравлічного бічного зміщення і датчик швидкості.

Відеокамера фіксує врожай перед машиною. Отримані зображення обробляються комп'ютером для виявлення високої концентрації зеленого пігменту, що вказує на наявність гребенів. Оптимальна центральна фіксація досягається завдяки тому, що камера має широке поле зору і може обробляти кілька гребенів одночасно. Отримані зображення порівнюються з сегментованою сіткою, що відповідає ширині міжрядь. Ця інформація використовується для гідравлічного позиціонування ґрунтообробного зняряддя в центрі міжряддя. Система Roboscor працює на декількох гребнях, забезпечуючи високий ступінь точності навіть при щільному заростанні бур'янами.



Рис 4. Автономний безкабінний трактор "AT400 Spirit"



Рис 5. Рух агрегату при міжрядному обробітку

Швидкість руху становить до 12 км/год, проте можлива і більш висока швидкість. Консоль швидкого доступу підключена до системи Robopilot і має сенсорний дисплей з чіткими символами і зручними функціями для спрощення використання (рис. 5) [2, 5].

Французька компанія Wall-Ye випустила лінійку функціональних роботів, один з них - для обрізки виноградної лози. Колія робота регулюється в діапазоні від 1 до 2,5 м, висота – від 0,8 до 1,4 м, висота обрізки – до 2 м. Робот оснащений системою технічного зору із шести вбудованих камер (рис. 6).

Нині при вирощуванні сільськогосподарських культур актуальним є встановлення продуктивних ділянок (зон) завдяки відбору ґрунтових проб. Відома система для взяття ґрунтових зразків Autoprobe, що створена компанією Agrobotics (США), є механізмом, який кріпиться до трактора на задню навіску, щоб забезпечити послідовність, максимальну точність та якість процесу (рис. 7). Продуктивність пристрою – понад 2500 проб за годину.



Рис 6. Робот для обрізання виноградної лози фірми Wall-Ye



Рис 7. Система для відбору ґрунтових зразків

Отож, як бачимо сьогодні роботизовані системи зарубіжних фірм активно застосовують у сільськогосподарському виробництві багатьох країн.

Серед українських розробок роботизованих систем можна відмітити безпілотну універсальну наземну платформу «ФРЕНДТ-ровер», яку було презентовано у листопаді 2023 року на дослідних полях науково-дослідного господарства «Агрономічне» [6]. Мобільна платформа (рис. 8) з дистанційним керуванням розроблена компанією FRENDT – багаторічним партнером і стейкхолдером інженерно-технологічного факультету Вінницького національного аграрного університету. Враховуючи повномасштабне вторгнення росії в Україну, яке уже активно триває понад два роки компанія FRENDT розробила дистанційно керованого робота з метою, в першу чергу, для автоматизація пошуку вибухонебезпечних предметів, створенням карти поля з вибухонебезпечними пристроями з прив'язкою до GPS-координат та подальшого розмінування сільськогосподарських угідь. Завдяки особливостям конструкції,

використанню сучасних матеріалів, оснащенню інноваційними системами контролю, безпілотна платформа показала відмінні динамічні результати в русі та реверсі по кукурудзяній стерні, легко долаючи перешкоди без ущільнення ґрунту.



Рис 8. Мобільна платформа з дистанційним керуванням компанії FRENDDT

Також слід відмітити, що дана роботизована платформа може бути використана при виконанні технологічних процесів вирощування сільськогосподарських культур, аналізі структурного складу ґрунту, його механічних та фізико-хімічних властивостей, локальному внесенні добрив, тощо. Отож, дана роботизована платформа, після відповідного дооснащення вимірювальним та технологічним обладнанням, може стати альтернативою традиційним способам машиновикористання в рослинництві.

Висновки. З впевненістю можемо відмітити, що роботи – це неминуче майбутнє. Багато зацікавлених сторін в аграрному секторі погоджуються з тим, що галузь рухається в напрямку впровадження все більшої кількості технологій у напрямку робототехніки. Кілька компаній вже досягли значного прогресу у створенні роботизованих систем для використання в сільському господарстві. Деякі з них перебувають на стадії тестування, а інші вже вийшли на ринок. Роботизовані системи, пристрої роблять процес у сільському господарстві легким, ефективним за часом, економічно вигідним, високопродуктивним та стійким. Підсумовуючи, можна сказати, що швидкість розвитку сільськогосподарської техніки просто вражає. 15 років тому були прийняті принципи точного землеробства в тому вигляді, в якому ми знаємо їх сьогодні, а зараз і в найближчому майбутньому роботи, без сумніву, будуть використовуватися на всіх етапах технологічних процесів, від посіву до збирання врожаю.

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. Солоха М. Використання роботів у сільському господарстві. *Пропозиція*. 16. № 7 С. 174-177.

3. Солоня О. В. Застосування сучасних мехатронних систем та роботизованих комплексів у АПК України. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3 (110). С. 71–76.

4. Гулько І.В., Завальнюк П.Г., Ємчик В.В. Сільськогосподарські роботизовані машини в навчально-фермерських господарствах ННБК «Всеукраїнський навчально-науковий консорціум». *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 1(104). С. 13-19.

5. Революція сільського господарства: роль робототехніки в підвищенні продуктивності та стійкості. URL: <https://www.securities.io/uk/revolutionizing-agriculture-the-role-of-robotics-in-boosting-productivity-and-sustainability/> (дата звернення 05.03.2024).

6. У Вінниці протестували робота для розмінування полів. URL: <https://i-vin.info/news/u-vinnici-protestuvali-robota-dlya-rozminuvannya-poliv-7186.html> (дата звернення 05.03.2024).

Bohdan HOROBCHUK¹⁸,

3rd year student,
Faculty of Engineering and Technology,
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine

RESEARCH OF THE ELECTRIC DRIVE OF THE WELL PUMP

***Anotation.** The problem of using well pumps intended for extracting drinking water from deep wells is studied. The design and methods of extracting water from wells are considered. A study of the transient processes of the rotation speed of the electric motor shaft and the electromagnetic moment of the asynchronous electric motor at the time of start-up at frequencies $f = 50$ Hz was carried out; 40 Hz; 30 Hz; 17 Hz. The obtained diagrams of the study of the direct start of the electric motor indicate that this mode of starting the electric motor does not allow obtaining high-quality transient processes and allow us to conclude on the need to organize a smooth start with a certain limitation of the starting torque and improve the characteristics of the time dependence of the dynamic torque of the electric drive and the current of the electric motor. Limitation of the electric current and starting torque of the motor in the initial starting modes of the adjustable electric drive system can be achieved by using the intensity selector of the rotation speed of the electric motor rotor in the input circuit that controls the electric drive.*

Keywords: pump, electric drive, start-up modes.

***Анотація.** Досліджена задача використання свердловинних насосів призначених для видобування питної води з глибоких свердловин. Розглянуто*

¹⁸Науковий керівник: Гайдамак О. Л., к.т.н., доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

конструкцію та методи видобутку води з свердловин. Проведено дослідження перехідних процесів швидкості обертання вала електродвигуна та електромагнітного моменту асинхронного електродвигуна в момент пуску на частотах $f = 50$ Гц; 40 Гц; 30 Гц; 17 Гц. Отримані діаграми дослідження прямого пуску електродвигуна які вказують на те, що такий режим пуску електродвигуна не дозволяє отримати якісні перехідні процеси та дозволяють зробити висновок про необхідність організації плавного пуску з певним обмеженням величини стартового моменту та покращенням характеристики тимчасової залежності динамічного моменту електроприводу та струму електродвигуна. Обмеження електричного струму і пускового моменту двигуна у початкових пускових режимах системи регульованого електроприводу може бути досягнуто за рахунок застосування задавача інтенсивності швидкості обертання ротора електродвигуна у вхідний ланцюг який управляє електроприводом.

Ключові слова: насос, електропривід, пускові режими.

Introduction. Wells are one of the most versatile and convenient sources for water extraction on the site. Most country houses are equipped with wells, because with their help you can get water quite easily and quickly or organize a water supply system in any house.

A submersible well pump is a piece of equipment used to extract water from the bottom of a well. Submersible pumps differ from surface pumps in their design. They look like oblong metal capsules. The fact is that pumps for wells must be mounted directly under water. The best mechanisms of submersible pumps for water supply can supply water up to a height of up to 40 m, and the more powerful - even up to 80 m. Figure 1 shows the appearance of some types of such pumps [1-10].



Fig. 1. ECV 6-6,3-300 submersible well pumps with 11 kW engine

Presenting main material. Pumping installations annually consume about 20% of the electricity produced by power systems. Currently, most pumping stations operate uneconomically. Electricity losses make up 10-25% of the consumed electricity. To

reduce power losses in pumping installations, it is advisable to use economical methods of regulation based on changes in the frequency of rotation of the pump impellers. In modern pump installations, pumps are rotated using an automated electric drive (AEP).

Until recently, the main disadvantages of asynchronous electric motors were the difficulty and uneconomical regulation of their rotation frequency, and smooth regulation of motors with a short-circuited rotor was practically impossible. At the same time, the need to adjust the rotation frequency was especially necessary for driving mechanisms used to change mining productivity and working with a variable load [4-5].

With the development of power semiconductor and microprocessor technology in the last 15-20 years, it became possible to create frequency control devices for electric drives with asynchronous motors. These devices made it possible to economically and precisely control the speed and torque of the engine, to get rid of throttling the performance of pumps and fans with the help of valves and dampers, from the use of uneconomical hydraulic clutches, as well as complex and expensive direct current drives.

The frequency-regulated drive (FRD) consists of an asynchronous electric motor (M), a frequency converter (FR) and a working mechanism (WM), which uses a well pump (Figure 2):

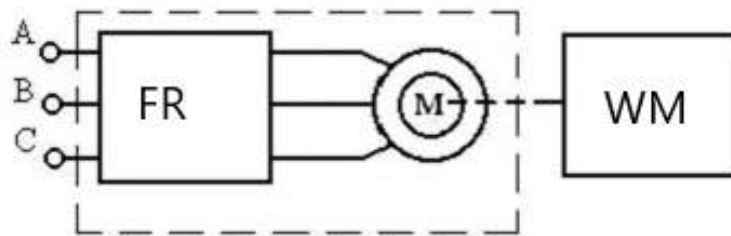


Fig. 2. The general structure of the frequency-regulated drive

The purpose of this work is to study the transient characteristics of the ECV 12-160-100 type pump, which was carried out using the MathCAD program.

For conducting research, a simulation model of the power channel of the electric drive was created, which is presented in Figure 3.

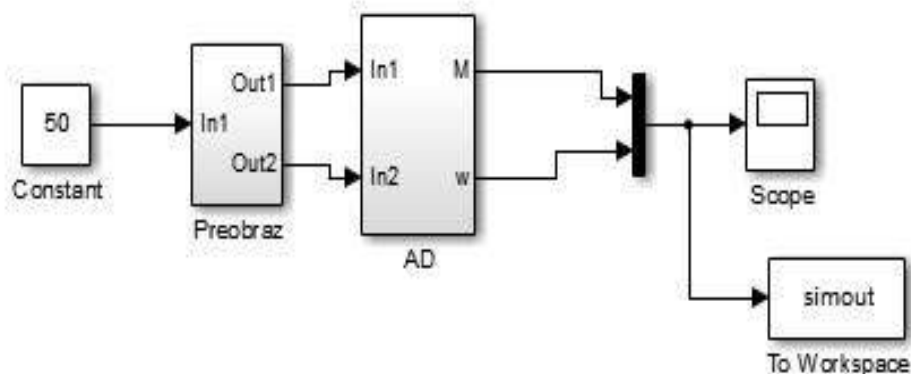


Fig. 3. Simulation model of the power channel of the electric drive

Figures 4–7 show the transient processes of shaft speed and electromagnetic moment of an asynchronous electric drive when starting at frequencies $f = 50$ Hz; $f = 40$ Hz; $f = 30$ Hz; $f = 17$ Hz. $I_1(t)$ A

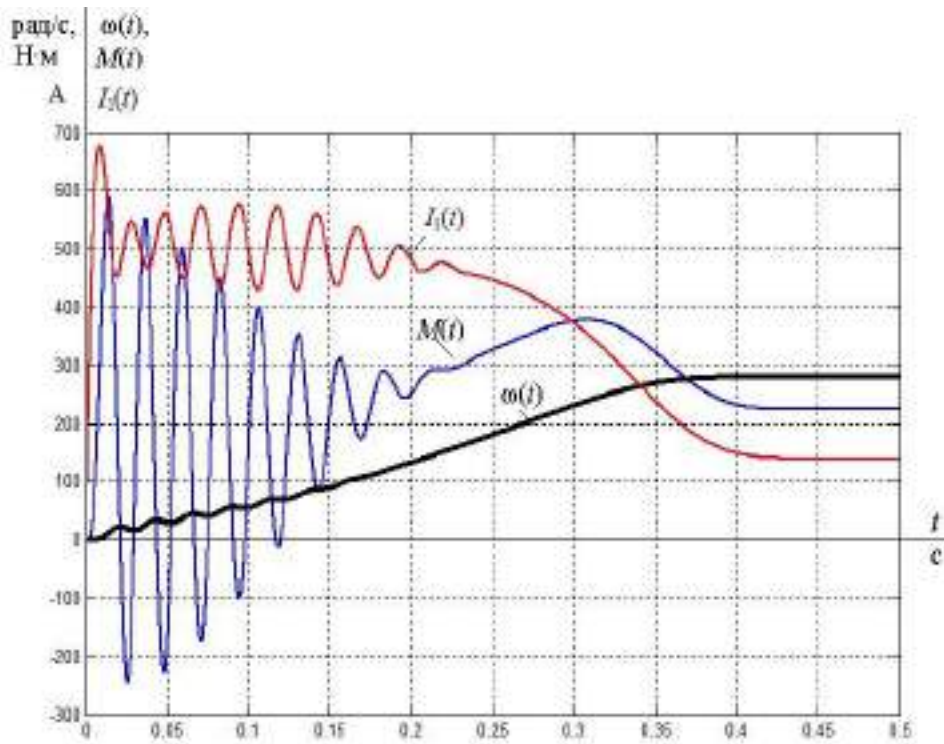


Fig. 4. Transient processes at the start of the electric drive with the frequency law of speed regulation $U/f^2 = \text{const}$ at the frequency value $f = 50$ Hz

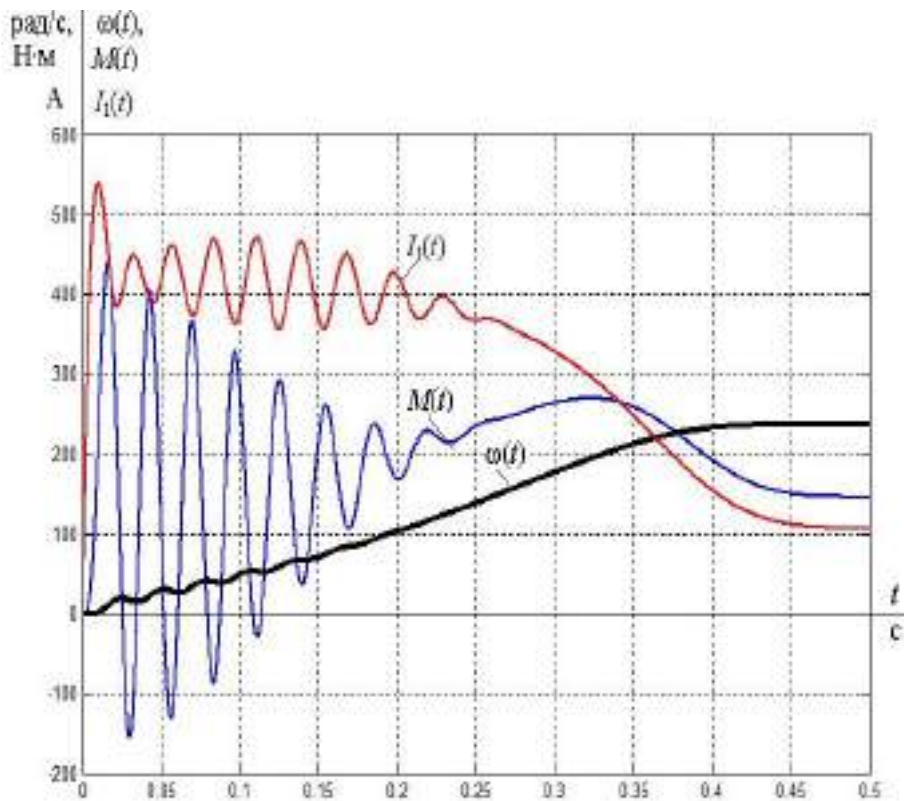


Figure 5. Transient processes at the start of the electric drive with the frequency law of speed control $U/f^2 = \text{const}$ at the frequency value $f = 40$ Hz

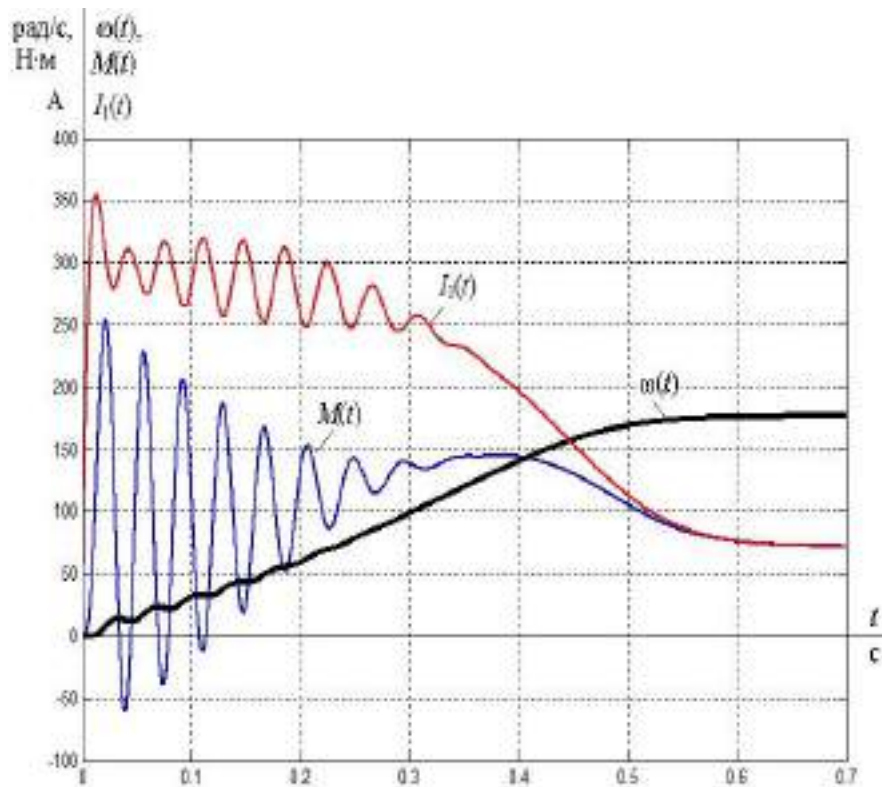


Figure 5. Transient processes at the start of the electric drive with the frequency law of speed control $U/f^2 = \text{const}$ at the frequency value $f = 30 \text{ Hz}$

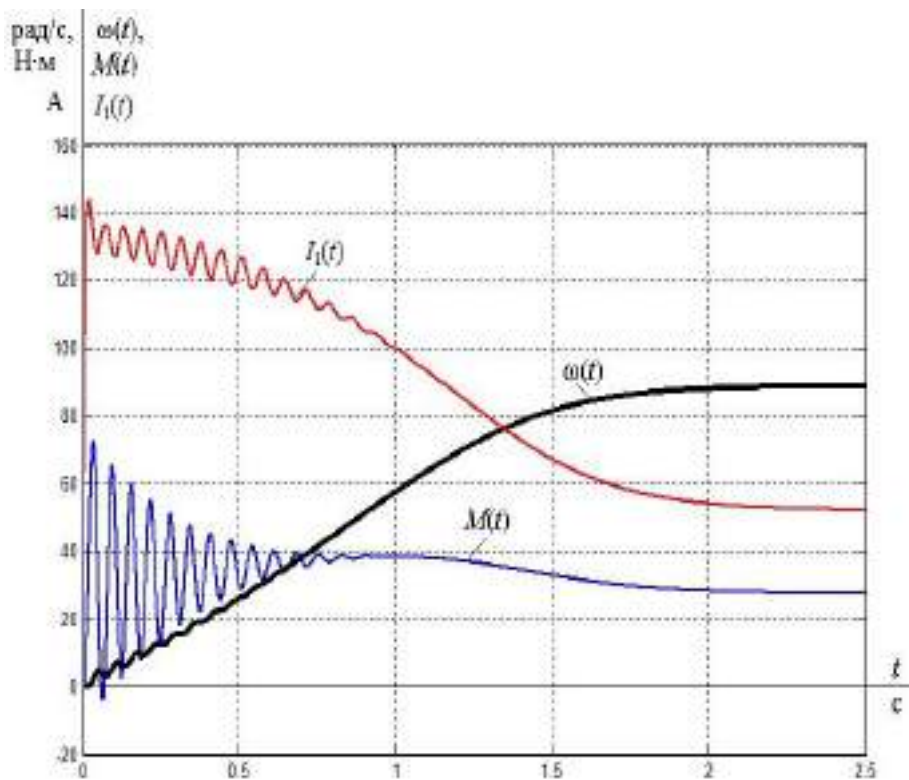


Figure 6. Transient processes at the start of the electric drive with the frequency law of speed control $U/f^2 = \text{const}$ at the frequency value $f = 15 \text{ Hz}$

Direct start of an electric motor in a frequency converter-asynchronous motor system with any regulation law U_1/f_1 is characterized by significant fluctuations of the electromagnetic moment of the motor at the moment of starting and large values of the

starting moment and stator current. Such overloads in terms of current and torque, on the one hand, may be unacceptable for individual drive elements (for example, current for the converter), and on the other hand, they will adversely affect the electric motor, converter and the mechanism of the pump itself and lead to a reduction in service life. Actual overloads during direct motor start-up may be greater due to the inaccuracy of the adopted induction motor model and its parameters in the area of operation with large values of motor slip.

Conclusions. The obtained results of the direct start of the electric motor show that the direct start of the drive motor does not allow to obtain satisfactory quality transient processes and determine the need to organize a smooth start with the limitation of the value and improvement of the nature of the temporal dependence of the dynamic moment and current of the electric drive.

Limitation of motor current and torque in start-up modes of adjustable electric drive systems can be achieved by using the speed intensity selector in the input control circuit of the electric drive.

References

1. Frequency converter for pump-type load. Operating manual. Danfoss. - 2014. - 97 p.
2. Zaika P.M., Medvedev G.G., Dorokhov A.R. Introduction to the course Pumps, fans, compressors. - Synopsis of lectures. Kharkiv. Kind. HPU 2018. 64 p.
3. Klyuchev V. I., Terekhov V. M. Electric drive and automation of general industrial mechanisms: Textbook for universities. K. Energy, 2008. 360 p.
4. Udut L.S., Maltseva O.P., Koyain N.V. Design and research of electric drives. Part 1. Introduction to the regulation technique of linear systems. Part 2. Optimization of the control circuit: Training. village Lviv: Ed. LPU, 2000. 144 p
5. Gaidamak O. Investigation of the speed of movement of powder particles of cold gas dynamic spraying. Technology, energy, transport of agricultural industry. 2021. No. 1 (112). C 46-52.
6. Regularities of recovery of the plasticity reserve and the method of its calculation for deformation by intermediate heat treatment. Metallophysics and the latest technologies. 2023. Volume 45, No. 10. P. 1189-1204.
7. Gaidamak O. Study of an energy-saving die for radial reduction. Technology, energy, transport of agricultural industry. 2022. No. 4 (119) pp. 90-95.
8. Gaidamak O. Study of ice formation processes on overhead power lines and development of systems to combat this phenomenon. Technology, energy, transport of agricultural industry. 2022. No. 2 (117) P. 161-168.
9. Matviychuk V. Gaidamak O. Karpiychuk M. Creating surface layers of parts with increased tribological characteristics using cold gas-dynamic spraying. Vibrations in engineering and technology. 2022. No. 2. P. 65 - 75.
10. Matviychuk V. Gaidamak O. Creation of electric conductive coatings using gas-dynamic spraying. Vibrations in engineering and technology. 2021. No. 3 (102). P. 72-80

MODERNIZATION OF THE ELECTRONIC COMPRESSED AIR HEATER FOR THE COATING DEVICE

Annotation. *The issue of protecting carbon metals from corrosion by using metal coatings is an urgent task of developing the processes of creating protective technologies and effective equipment for the implementation of the process of formation of functional protective coatings on the surfaces of parts. One of the main components of the device for applying metal coatings is an electric compressed air heater. A new concept of an electric heater that contains a double body, external and internal, is proposed. Between these parts of the housing there is an air gap through which compressed air from the compressor moves and blows and cools the outer housing, gradually removes heat from the inner housing and then enters the longitudinal channels in which the nichrome spiral heated to high temperatures is contained. Cooling the outer case with compressed air makes it possible to maintain the temperature of the outer part of the case within acceptable limits and prevent it from overheating. Special ceramic tubes with nichrome wire in the form of a spiral are installed in the inner case. As a result of the heat exchange, the compressed air is heated to the coating temperature.*

Key words: *Spraying, heater, compressed air.*

Анотація. *Питання захисту вуглецевих металів від корозії, шляхом застосування металевих покриттів, є актуальним завданням розвитку процесів створення захисних технологій і ефективного обладнання для реалізації процесу утворення на поверхнях деталей функціональних захисних покриттів. Однією з головних складових пристрою для нанесення металевих покриттів є електронагрівач стиснутого повітря. Запропонована нова концепція електронагрівача який містить подвійний корпус, зовнішній та внутрішній. Між цими частинами корпусу існує повітряний проміжок по якому рухається стиснуте від компресора повітря і обдуває та охолоджує зовнішній корпус, поступово відбирає, тепло від внутрішнього корпусу і далі потрапляє у поздовжні канали в яких міститься нагріта до високих температур ніхромова спіраль. Охолодження зовнішнього корпусу стиснутим повітрям дає можливість підтримувати температуру зовнішньої частини корпусу в прийнятних межах і недопустити до його перегріву. У внутрішньому корпусі встановлено спеціальні керамічні трубки з ніхромовим дротом у вигляді спіралі. В результаті теплообміну відбувається розігрів стиснутого повітря до температури нанесення покриття.*

¹⁹Науковий керівник: Гайдамак О. Л., к.т.н. доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Ключові слова: Напилення, нагрівач, стиснуте повітря.

Introduction. In the agro-industrial complex, the chemical industry and other sectors of the national economy, equipment is used that needs protection from aggressive components with which it comes into contact. First of all, this applies to the equipment of the processing industry, animal husbandry, bioenergy complexes, which is used for storage, processing and transportation of aggressive substances. In addition to protection against aggressive components, ensuring electrical safety by creating special electrical insulating coatings is an equally important factor in the safe operation of electrical equipment. To implement the process of creating functional coatings, a sputtering device is used, the principle of operation of which is to use the effect of the formation of metal coatings due to the kinetic energy of nano-sized powder particles accelerated to high speeds and heated to a certain temperature. Copper, zinc, and aluminum can be used as material for sputtering.

It is known that non-ferrous metals, depending on their brand, are completely inert and do not enter into any chemical reactions with food products, livestock waste, acids and other aggressive environments. Colored materials belong to anti-corrosion materials, which also makes it possible to use them as conductive elements of equipment in places of possible human contact. Therefore, the issue of protecting traditional metal equipment from an aggressive environment and from corrosion by using metal coatings made of non-ferrous metals is an urgent task for the development of protective technologies and appropriate equipment for the implementation of the process of creating functional protective coatings.

Presenting main material. A gas-dynamic spraying device can be used to implement the process of creating functional polymer coatings [1]. This device consists of an electric heater of compressed air and its accelerator with the effect of ejection. An electric heater is one of the main parts of a gas-dynamic spraying device. The following requirements are put forward to it: ensuring the temperature of the compressed air at the level of up to 400 °C, the small weight of the device, its economy, and reliability in operation.

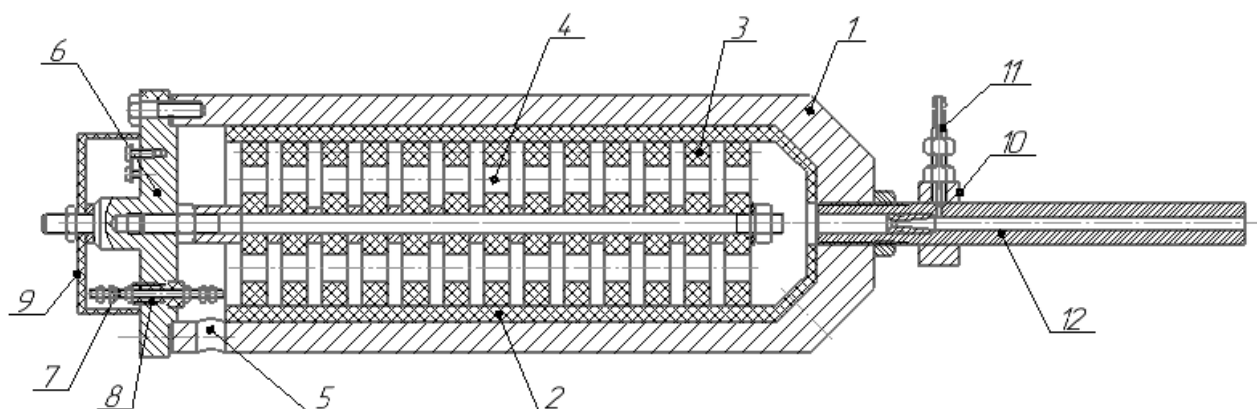


Fig. 1. Spraying device.

**1 - body; 2 - thermal insulator; 3 - ceramic disks; 4 - holes; 5 - nozzle; 6 - cover;
7 - electrical contacts; 8 - electrical insulators; 9 - protective cover; 10 - compressed air
accelerator; 11 - cone regulator of compressed air speed; 12 - nozzle**

To create functional coatings, the well-known design of a gas-dynamic sputtering device [1-11] is used, which can be attributed to thermojets and is shown in Figure 1. This gas-dynamic sputtering device consists of a housing 1 in which a thermoelectric insulator 2 is placed, ceramic disks 3 with holes 4 are installed in its middle. A nozzle 5 and a cover 6 are attached to the housing 1, in which electrical contacts 7 are fixed in electrical insulators 8. Contacts 7 are protected by a cover 9. A compressed air accelerator 10 is attached to the housing 1 on the right side, which contains a conical compressed air speed regulator 11 and a nozzle 12.

In this device, the electric heater of compressed air is a nichrome spiral (not shown in Fig. 1) placed in the holes 4. The polymer powder is fed through the hole in the conical regulator 11. It enters the nozzle 12, where it accelerates and simultaneously heats up to the set temperature. The polymer powder heated to the melting temperature falls on the surface of the product, crystallizes and forms a protective functional coating.

The disadvantage of such an electric heater is the short life of the electric spiral, the complexity of the design, and the inconvenience of assembly and maintenance.

In the work, the task of creating an electric compressed air heater is set, in which, due to a change in design, the possibility of simplifying the design is achieved and the possibility of convenient assembly and maintenance is achieved, and the durability of the electric spiral is increased.

The task is achieved by the fact that the electric heater consists of two cases, external and internal. Between these cases there is an air gap through which cold compressed air moves and cools the outer case. Which makes it possible to hold it in your hands while working. Special ceramic channels with a nichrome spiral are located in the inner case. Where compressed air is heated to a given temperature.

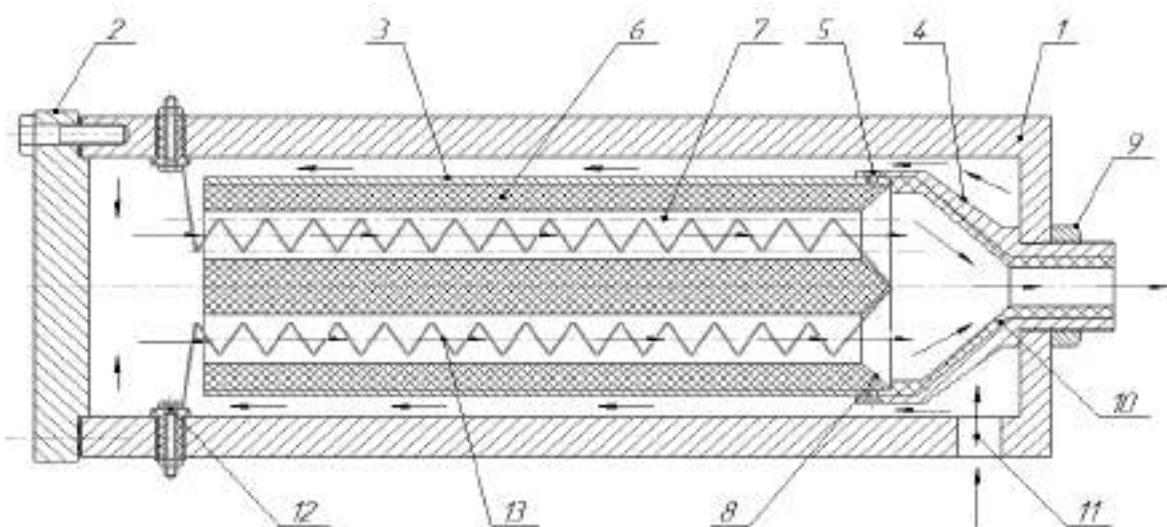


Fig. 2. Electric compressed air heater.

The proposed new design of the compressed air electric heater is shown in Figure 2. The proposed electric heater includes an outer casing 1 and a cover 2. The inner casing contains a cylindrical part 3, and a conical part connected to us 4 and a fixing

mechanism (for example, a screw) 5. Inside the inner casing contains a thermoelectric insulator 6 with cylindrical channels 7 and chamfers 8. The conical part of the inner housing 4 is fixed in the outlet opening of the outer housing 1 with a nut 9. The inner surface of the conical part of the inner housing 4 contains a thermal insulator 10. The outer housing 1 contains an inlet 11 and electrical inputs 12. The cylindrical channels 7 contain a heating element in the form of an electric coil 13 which is connected to electrical inputs 12.

The compressed air electric heater works as follows. The inner housing is fixed in the outer housing with the help of a nut 9, and the free ends of the electric coil are connected to the electrical inputs 12 and the outer housing is closed on the right side with a cover 2. Compressed air with a temperature equal to the ambient temperature is supplied through hole 11 into the outer housing 1, and through the gap between the outer casing 1 and the cylindrical 3 and conical 4 parts of the inner casing enters the cylindrical channels 7 made in the thermal insulator 6. An electric current is connected to the electrical inputs 12, which causes the heating of the electric coil 13. In the process of heat exchange with compressed air, the air is heated and exits through the outlet hole of the conical part of the inner housing 4 with the thermal insulator 10.

The body 1 of the electric heater can be made of aluminum or stainless steel. This will significantly extend the service life of the housing and avoid its premature destruction. This is especially important considering the fact that the case works under conditions of high pressure (1 mPa) which tries to break this case. That is, under conditions of tensile stresses. The use of carbon steel is also possible, but will require an increased margin of strength, and will lead to an increase in the mass of the case, and will require additional protection against corrosion, which is quite difficult to implement in conditions of high temperatures. Thermoelectric insulators 6 are made of ceramics or heat-resistant porcelain. Also, the thermal insulator 10 is necessary to reduce the temperature loss of the heated compressed air at the entrance to the accelerator nozzle of the spraying device. Electrospiral 13 is made of wire that has high electrical resistance. Such wires include nichrome brands X20N80, X15N60, XN20YUS, which are produced with a diameter from 0.2 to 7.5 mm. The most popular brand of wire is the Kh20N80 product. It is used at many industrial enterprises, where electrical equipment is manufactured for heat treatment of various materials, drying and heating of technological components, such as air or liquid. Depending on the amount of additives of other elements in the alloy (iron, manganese, silicon, aluminum), nichrome wire is marked with different markings.

- The letter C marked on the article of the wire means that the wire can be used in the manufacture of resistance elements.
- The letter H in the article indicates that the wire is intended for use in heating elements.
- The letters TEN in the article of the wire indicate its use in tubular electric heaters.

Nichrome wire has a high specific electrical resistance, resistant to the influence of extremely high temperatures. Nichrome is used to make reliable heating elements

that can withstand high mechanical and thermal loads without being deformed. Nichrome wire is resistant to corrosion and does not break when interacting with certain aggressive environments.

The alloy has a high yield strength, which makes it possible to make a wire with a minimum diameter. Nichrome has a low density (8.4 g/cm), due to which the weight of the nichrome construction is light.

Among other advantages, we can mention that nichrome wire does not rust, does not burn and does not melt under the influence of high temperatures up to 1300 degrees Celsius, does not deform under the influence of temperature, which allows it to be used in heating devices.

Nichrome is plastic, so the wire is made by the so-called cold processing method. And although this reduces the cost of the finished product, the price of nichrome wire still remains quite high due to the high cost of nickel itself, which is the basis of the alloy. Electrical inputs 12 consist of an electrical insulator made of ebonite or fiberglass, then a metal contact with a threaded part for fixing the nichrome spiral and network wires. The tightness of the electrical connection is ensured by a heat-resistant sealant.

Conclusions. Due to the fact that the inner housing consists of cylindrical 3 and conical 4 parts fixed with screws 5, it became possible to conveniently install the electric coil 13 in the cylindrical channels 7. Due to the fact that the electrical leads are located on the side cylindrical surface of the housing 1, the convenience of connecting the electric coil to the electrical leads has improved. Due to the fact that on the side of the conical part of the inner body 4, the cylindrical channels 7 have chamfers 8 that close with the chamfers of the neighboring cylindrical channels, there is no stagnant zone for the passage of compressed air, which ensures improved uniformity of blowing of the electric coil and, accordingly, ensures its greater reliability and longer service life. The proposed design of the compressed air electric heater was manufactured and tested at the Department of Electric Power, Electrical Engineering and Electromechanics of the Vinnytsia National Agrarian University.

References

1. Device for gas-dynamic coating with radial supply of powder material: Pat. 110552 Ukraine, IPC6 C23C24/00 No. a 201405543; statement 23.05.14; published 12.01.16, Bul. No. 1. 12 p.
2. Haydamak O. L., Savulyak V. I. Experimental study of the process of cold gas-dynamic coating application and the method of calculating its regimes. Bulletin of the Vinnytsia Polytechnic Institute. 2018. No. 4 (14). P. 88-94.
3. Haydamak, O.L., Matviychuk, V.A., Kucherenko, Yu.S., Prospects for the creation of functional polymer coatings using gas-dynamic sputtering. Technology, energy, transport, agricultural industry. 2020. No. 2 (109). P.105-112.
4. Haydamak O. L. Matviychuk V. A. Creation of composite conductive coatings by gas dynamic sputtering. Vibrations in engineering and technology. 2021. No. 1 (100). P.126-136.

5. Haydamak O.L. Kucherenko Yu. S. Research and modernization of a gas-dynamic sputtering device for creating polymer functional coatings. *Vibrations in engineering and technology*. 2022. No. 3 (106). P. 64 - 71.
6. Preparation of metallic coatings on polymer matrix composites by cold spray X.I. Zhou, A.F. Chen, J.C. Liu [et al.] *Surf. and Coat. Technol.* 2011. Vol. 206. P. 132–136.
7. Electric heater of the flow of compressed air: pat. 101554 Ukraine, IPC H05B 1/00, H05B 3/52. Haydamak O.L., Shilina O.P., Honcharuk V.V., Fedorchenko M.P.; statement 02/09/2015; published 09/25/2015, Bull. No. 18.
8. Haydamak O.L. Laws of recovery of the plasticity reserve and the method of its calculation for deformation with intermediate heat treatment. *Metallophysics and the latest technologies*. 2023. Volume 45, No. 10. P. 1189-1204.
9. Matviychuk V. Gaidamak O. Karpiychuk M. Creating surface layers of parts with increased tribological characteristics using cold gas-dynamic spraying. *Vibrations in engineering and technology*. 2022. No. 2. P. 65 - 75.
10. Matviychuk V. Gaidamak O. Creation of electric conductive coatings using gas-dynamic spraying. *Vibrations in engineering and technology*. 2021. No. 3 (102). P. 72-80.
11. Veselovska N.R., Haydamak O.L., Karpiychuk M.F., Kucherenko Yu.S. Processes and technologies of cold gas dynamic spraying of agricultural machinery products. *Technology, energy, transport of agricultural industry*. 2021. No. 2 (113). P. 4-14.

Ярослав СЛІВІНСЬКИЙ²⁰,
студент 4-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДУ СТАБІЛІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЙНОГО ПОЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВІБРАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН

Анотація. Запропоновано метод стабілізації параметрів вібраційного поля сільськогосподарських вібраційних технологічних машин, що дозволяє перейти від екстремально-пошукових систем керування до стежать систем керування і розширює функціональні можливості даних машин і призводить до економії електроенергії, яка витрачається на їх привод.

Ключові слова: стабілізація, вібраційне поле, сільськогосподарські машини, вібропривід.

²⁰Науковий керівник: Ярошенко Л.В. к.т.н., доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Annotation. Method of operating the work of adaptive vibration technological machines is offered allowing to pass from the extreme-searching systems of management to the watching systems of management. The method also extends functional possibilities of the given machines what results in lowering electric power consumption, used for their driving.

Key words: stabilization, vibration field, agricultural machines, vibration drive.

Вступ. У сучасних виробничих процесах різних галузей народного господарства і сільськогосподарського зокрема, все більшого розповсюдження набуває вібраційна техніка і технологія. Внаслідок відносної простоти конструкції, високої надійності та невеликої енергоємності технологічних процесів вони дозволяють досягати значних техніко-економічних ефектів. Однак переважна більшість вібраційних машин, що обладнані дебалансними вібробуджувачами працюють у неекономічному за резонансному режимі. При роботі таких машин спостерігаються значні не продуктивні втрати енергії а при їх переході через резонансну частоту різко зростає амплітуда коливань робочих органів, що може призвести до пошкоджень самих машин та оброблюваної ними продукції. Тому останнім часом все більшого розповсюдження набувають керовані вібраційні машини, які дозволяють здійснювати технологічні процеси зі змінними регульованими параметрами коливань робочих органів.

Виклад основного матеріалу. Відомо ряд методів підтримки роботи вібраційних технологічних машин (ВТМ) в режимах близьких до резонансного. Зокрема метод підтримки режиму коливань робочого органу, близького до резонансного за рахунок зміни жорсткості пружної системи машини. Недоліками даного методу є неможливість автоматичного регулювання жорсткості підвіски при зміні навантаження на робочий орган, та неможливість автоматичного регулювання амплітуди коливань робочого органу на резонансній частоті ВТМ;

Найближчим за технічною суттю є метод керування роботою машини із коливними рухами робочих органів див. рис. 1, де в процесі роботи ВТМ система керування контролює два параметри – частоту та амплітуду коливань робочого органу і у випадку зміни завантаження робочого органу або при необхідності зміни режиму роботи вібромашини система керування коректує частоту та амплітуду вимушуючих коливань віброприводу робочого органу, до частоти яка близька до резонансної частоти пружної системи вібромашини при заданому завантаженні робочого органу і амплітуду коливань на резонансній частоті так, що б вона відповідала оптимальному режиму технологічного процесу.

Структурна схема такої системи керування для вібромашин приведена на рис. 1. Силова частина (9) складається із діодного трифазного моста (5) виконаного за схемою Ларіонова, та комутатора (6) на чотирьох транзисторах. До силової частини (9) системи керування (10) підключений електромагніт (7) вібромашини (8). Силова частина керується системою до складу якої входить блок живлення мікропроцесор (2), оптопара (3), яка служить для гальванічної розв'язки між системою (1), керування та силовою частиною. До складу системи

керування входить також інтерфейс який забезпечує керування режимами роботи вібромашини. Оскільки розглядається силова частина то на рис. 1 не показано датчики коливань, що забезпечують зворотній зв'язок [3] між рухомою механічною частиною вібромашини та мікропроцесором.

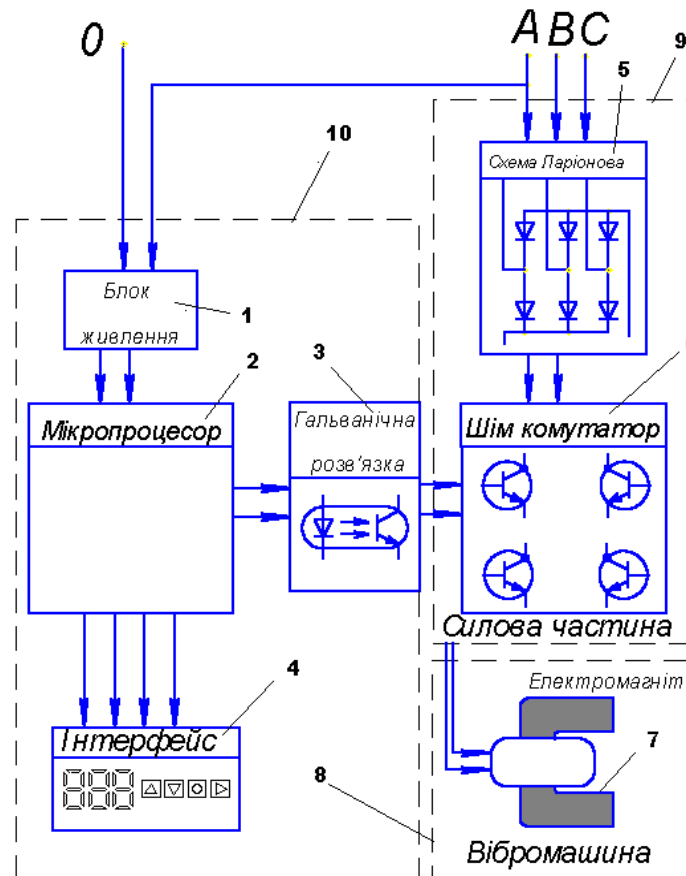


Рис.1. Структурна схема системи керування вібромашиною із електромагнітним віброприводом 1 - блок живлення, 2 - мікропроцесор, 3 – галь-ванічна розв'язка, 4 - панель оператора, 5 - діодний міст, 6 - напівпровідникові ключі, 7 - електромагнітний привод, 8 - вібромашина, 9 – перетворювач частоти на базі ШІМ, 10 – система керування

Такий метод керування дозволяє автоматизувати процес налагодження частоти і амплітуди вимушуючих коливань віброприводу робочого органу ВТМ при зміні завантаження робочого органу або при необхідності зміни режиму роботи вібромашини до значень, які відповідають резонансному режиму роботи. Вібромашини які реалізують такий метод керування мають назву адаптивних вібраційних технологічних машин (АВТМ) [4] завдяки постійній адаптації параметрів віброприводу до нових параметрів коливної механічної системи та забезпечують мінімальні енергозатрати на вібропривод.

Недоліком такого методу керування роботою АВТМ є те, що він базується на пошуку екстремуму амплітудно-частотної характеристики (АЧХ) АВТМ у якому закладено пошукові алгоритми роботи що мають певну невизначеність і висновок про напрям переміщення власної резонансної частоти АВТМ можна зробити лише за реакцією механічної коливної системи АВТМ на корегувальну дію екстремальної адаптивної системи керування, тому такий метод керування,

через додаткові затрати часу на визначення напряму корекції не забезпечує високої якості і точності керування та мінімальних енергозатрат на вібропривод, що зумовлюється тимчасово не резонансним режимом роботи АВТМ.

Метою роботи є розробка методу резонансного керування вібраційних машин для розширення їхніх технологічних можливостей та економії електроенергії, яка витрачається на їх вібропривод.

Поставлена мета досягається тим, що в методі керування роботою адаптивних вібраційних технологічних машин, в якому система керування віброприводом, відслідковуючи зсув фаз між амплітудою коливань робочого органа адаптивної вібраційної технологічної машини та амплітудою циклічної вимушуючої сили віброприводу, підтримує резонансний режим роботи адаптивної вібраційної технологічної машини, згідно винаходу, в процесі роботи адаптивної вібраційної технологічної машини система керування контролює зсув фаз між коливаннями робочого органа адаптивної вібраційної технологічної машини та коливаннями вимушуючої сили віброприводу і у випадку зміни завантаження робочого органу або при необхідності зміни режиму роботи адаптивної вібраційної технологічної машини система керування коректує частоту циклічної вимушуючої сили віброприводу наближаючи її до частоти яка близька до резонансної частоти пружної системи адаптивної вібраційної технологічної машини при заданому завантаженні робочого органу таким чином, щоб коливання вимушуючої сили віброприводу випереджали по фазі коливання робочого органа адаптивної вібраційної технологічної машини на кут $\pi/2$.

Даний метод керування роботою адаптивних вібраційних технологічних машин дозволяє перейти від екстремально-пошукових [4] систем керування віброприводом АВТМ до слідкуючих систем керування. Така система керування буде постійно слідкувати за зсувом фаз коливань робочого органа АВТМ і коливань вимушуючої сили віброприводу, та зводити його відхилення від оптимального кута рівного $\pi/2$ до нуля за рахунок зміни частоти циклічної вимушуючої сили віброприводу.

На рис.2 зображено функціональну схему методу керування роботою адаптивних вібраційних технологічних машин. Адаптивна вібраційна технологічна машина 1 завдяки зворотному зв'язку через датчик частоти коливань робочого органу - ω_d з'єднана із детектором зсуву фаз 3. На другий вхід детектора зсуву фаз 3 поступає сигнал прямо пропорційний частоті циклічної вимушуючої сили віброприводу - ω_p . Детектор зсуву фаз 3 з'єднаний із регулятором частоти циклічної вимушуючої сили 4. Регулятор частоти циклічної вимушуючої сили 4 безпосередньо з'єднаний із віброприводом 5, а вібропривод 5 із адаптивною вібраційною технологічною машиною 1 на яку діє 2 збурюючий фактор $\pm \Delta M$ зміни маси завантаження робочого органу АВТМ 1.

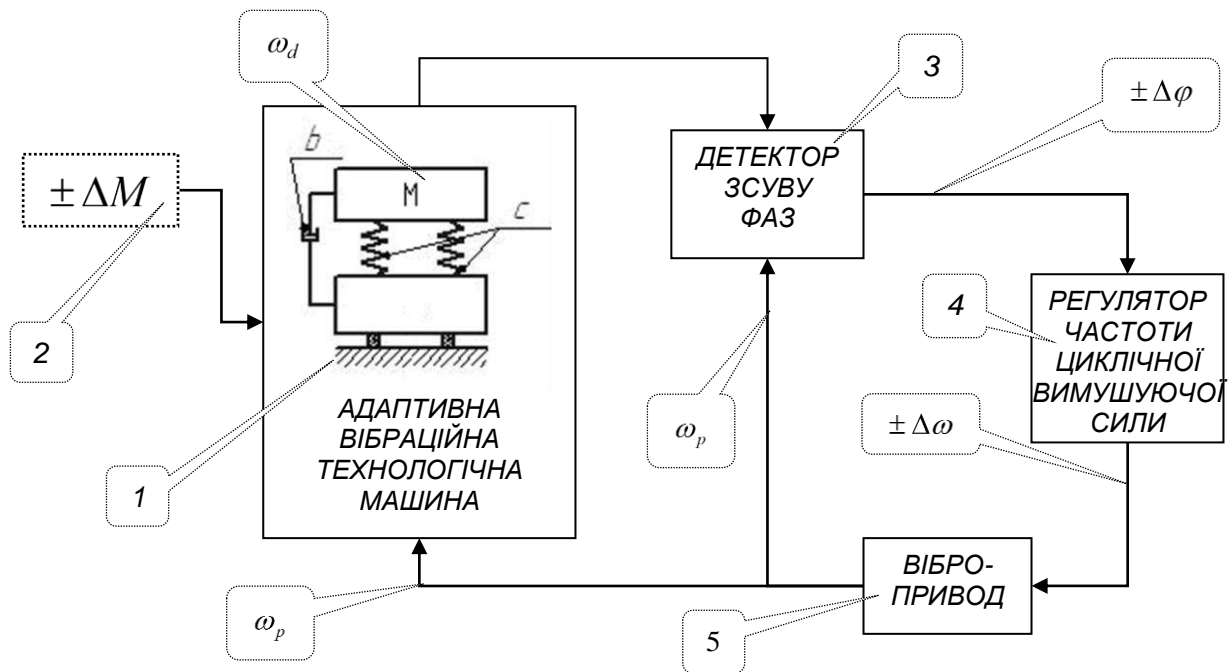


Рис.2. Метод керування роботою адаптивних вібраційних технологічних машин

Автоматично підтримуючи співвідношення між переміщенням робочого органу АВТМ та циклічною вимушуючою силою віброприводу постійно рівним $\pi/2$ за допомогою корекції ($z = \omega/\omega_0$) частоти циклічної вимушуючої сили віброприводу ω до власної резонансної частоти АВТМ ω_0 можна забезпечити постійний резонансний режим роботи.

Метод керування роботою адаптивних вібраційних технологічних машин полягає у наступному. При зміні приведеної маси 2 (рис. 1) $\pm \Delta M$ у АВТМ 1 відбувається зсув фаз між коливаннями вимушуючої сили віброприводу та вимушеними коливаннями робочого органу АВТМ. В детекторі зсуву фаз 3 постійно в робочому режимі проходить порівняння та визначення величини відставання або випередження між двома гармонійними сигналами, частоти коливань робочого органу адаптивної вібраційної технологічної машини ω_d та частоти циклічної вимушуючої сили віброприводу ω_p . Сигнал пропорційний зсуву фаз $\pm \Delta \varphi$ після визначення поступає в 4 регулятор частоти циклічної вимушуючої сили, де відповідно до закладених законів керування виробляється необхідний приріст частоти циклічної вимушуючої сили віброприводу $\pm \Delta \omega$, який через вібропривод 5 впливає на АВТМ 1 та зводить заданий зсув фаз між вимушуючими та вимушеними коливаннями до оптимального з точки зору точності дотримання резонансного режиму значення ($\pi/2$). Таким чином відбувається адаптація вібромашини до нової маси завантаження робочого органу та забезпечується резонансний режим роботи АВТМ.

Запропонована конструкція керованого віброзбуджувача [5], яка дозволить дистанційно і точно в довільних межах (та в довільному напрямку) керувати амплітудою коливань робочого органу в багатьох адаптивних вібраційних технологічних машинах за допомогою промислового мікроконтролера через серводвигун – шляхом виведення заданої кількості імпульсів для забезпечення певного кута повороту валу серводвигуна.

На рис. 3 зображено загальний вигляд запропонованого регульованого електромеханічного віброприводу у розрізі.

Керований вібропривод складається із корпусу 1, в якому на конічних радіально-упорних підшипниках 2 та 3 встановлено приводний вал 4. На валу 4 розміщений нерухомий 5 та рухомий 6 дебаланси, та виконано діаметрально протилежно дві зустрічно напрямлені канавки 7, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта та в нормальному перерізі мають форму півкруга. Конічний підшипник 2 внутрішнім кільцем впирається в буртик приводного валу 4, а зовнішнім кільцем впирається у штопорне кільце 8, яке болтами кріпиться до корпусу 1. Буртик приводного валу 4 та штопорне кільце 8 обмежують переміщення приводного валу 4 в осьовому напрямі відносно корпусу 1. Осьовий рух зовнішнього кільця конічного підшипника 3 обмежується фланцем 9. В основі фланця 9 розташований ущільнюючий пристрій (сальник) 10. Регулювання робочого натягу конічних радіально-упорних підшипниках 2, 3 та фіксація руху в осьовому напрямі приводного валу 4 проводиться з допомогою натяжної гайки 11, штопорної шайби 12 та втулки 13. Штопорна шайба 12 запобігає само розгвинчуванню натяжної гайки 11 при дії вібрації. Приводний вал 4 через шпонку 14 та напівмуфту 15 з'єднується із приводним електродвигуном. Фіксація нерухомого дебаланса 5 в осьовому напрямі забезпечується гайкою 16, яка від саморозгвинчування штопориться штопорною шайбою 17.

Механізм керування положенням рухомого дебаланса 6 складається із двох кулькових шпонок 18, що розміщені у двох пазах під шпонку 37 рухомого дебаланса 6 та у двох діаметрально протилежно зустрічно напрямлених канавках 7 приводного валу 4.

Завдяки кульковим шпонкам 18 відбувається передача обертового моменту від приводного валу 4 до рухомого дебаланса 6. Для забезпечення переміщення рухомого дебаланса 6 в здовж осі приводного валу 4 використовується ходовий стакан 19, на внутрішній поверхні 20 стакану 19 нарізана різьба, а на його зовнішній поверхні виконано паз під шпонку 21. Ходовий стакан 19 вільно встановлюється у порожнині між рухомим дебалансом 6 та вінцем 22 з можливістю провертання відносно них.

Ходовий стакан 19 механізму осьового переміщення рухомого дебалансу 6 своєю внутрішньою різьбою 20 нагвинчений на різьбу нарізану на зовнішній поверхні приводного стакану 23. Приводний стакан 23 за допомогою двох штифтів 24 та канавки 25 у приводному валу 4 встановлений так, що має обмеження руху вздовж осі приводного валу 4 та має можливість обертатись (прокручуватись) навколо вздовж основної осі приводного валу 4. Приводний стакан 23 за допомогою призматичної шпонки 26 кінематично з'єднаний із приводним штоком 27. Ходовий стакан 19 встановлений у направляючий стакан 28 таким чином, що паз під шпонку 21 який виконано на його зовнішній поверхні збігається із пазом під шпонку, який виконаний на внутрішній поверхні направляючого стакану 28.

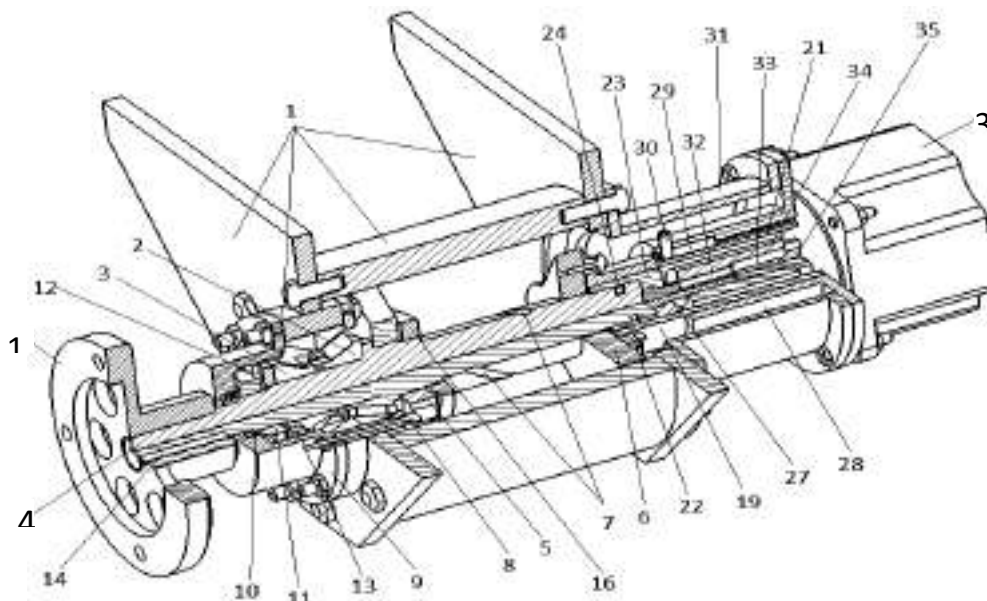


Рис. 3. Загальний вигляд запропонованого регульованого електромеханічного віброприводу

У паз під шпонку 21, що виконано на його зовнішній поверхні ходового стакану 19, вставлено направляючу призматичну шпонку 29 переміщення якої по шпонковому пазу 21 в процесі висування ходового стакану 19 із направляючого стакану 28 обмежується фіксуєчим гвинтом 30. Направляючий стакан 28 кріпиться до фланця 31, який у свою чергу кріпиться до корпусу 1. Приводний шток 27 механізму керування осьовим положенням рухомого дебалансу 6 кінематично через призматичні шпонки 32, 33 та муфту 34 з'єднаний із валом 35 серводвигуна (або крокового двигуна) 36. Серводвигун 36 також як і направляючий стакан 28 кріпиться до фланця 31.

Керований віброзбуджувач працює таким чином. Перед запуском керованого віброзбуджувача дебаланси 5 та 6 знаходяться в діаметрально протилежному положенні тобто, кут між їхніми центрами мас становить $\beta = 180^\circ$, тому їхній сумарний статичний момент відносно центральної осі приводного валу 4 рівний нулю. При включенні керованого віброприводу (прикладенні обертового моменту до напівмуфти 15) приводний вал 4 із нерухомим 5 та рухомим 6 дебалансами починає обертатись із заданою кутовою швидкістю ω_p , яка є оптимальною для реалізації певних технологічних операцій. Після виходу керованого віброзбуджувача на задану кутову швидкість ω_p , система керування роботою керованого віброзбуджувача [наприклад така, як приведена у 2, 3 (не показана на фігурах)] починає приводити амплітуду циклічної вимушеної сили F на задане технологічно оптимальне значення F ($F = F \cdot \sin(\omega_p \cdot t)$). Виведення амплітуди F циклічної вимушеної сили керованого віброприводу (та керування нею $F \pm \Delta F$) проводиться системою керування на основі промислового мікроконтролера через серводвигун – шляхом виведення заданої кількості імпульсів для забезпечення певного кута повороту валу серводвигуна 36. В результаті команди від системи керування серводвигун 36 повертає свій вал 35 на заданий кут α (величина кута повороту α валу 35 визначається лише

кількістю імпульсів та кутовим кроком самого серводвигуна, ще однією особливістю серводвигуна (або крокового двигуна) є те, що він має здатність утримувати заданий кут повороту). Поворот валу 35 на кут α серводвигуна 36 через шпонку 33, муфту 34 та шпонку 32 передається до приводного штоку 27. Приводний шток 27 через шпонку 26 передає обертовий момент приводному стакану 23 і приводний стакан 23 робить поворот відносно центральної осі приводного валу 4 також на кут α . Враховуючи те, що: приводний стакан 23 своєю зовнішньою поверхнею перебуває у гвинтовому з'єднанні із поверхнею 20 ходового стакану 19, рух приводного стакану 23 в осьовому напрямі обмежений штифтами 24 та канавкою 25 приводного валу 4, обертовий рух ходового стакану 19 навколо спільної осі із приводним стаканом 23 та приводним волом 4 обмежує направляюча шпонка 29, що встановлена на внутрішній поверхні направляючого стакану 28 то, поворот приводного стакану 23 на кут α зумовить викручування (закручування) ходового стакану 19 та його переміщення вздовж основної осі приводного валу 4. Дане переміщення зумовить рух рухомого дебалансу 6 вздовж основної осі приводного валу 4. Завдяки тому, що вінець 22 жорстко не притискає буртик ходового стакану 19 до рухомого дебалансу 6, останній може обертатись навколо основної осі приводного валу 4 та переміщатись вздовж неї. Переміщаючись вздовж основної осі приводного валу 4 рухомий дебаланс 6 починає повертатись відносно його центральної осі завдяки тому, що відбувається переміщення двох шарикових шпонок 18, які одночасно перебувають у двох пазах під шпонку 37 та у двох діаметрально протилежно зустрічно напрямлених канавках 7 приводного валу 4. В результаті повороту рухомого дебалансу 6 навколо основної осі приводного валу 4 змінюється сумарний статичний момент рухомого 6 та нерухомого 5 дебалансів відносно центральної осі приводного валу 4. Оскільки маси нерухомого 5 та рухомого 6 дебалансів однакові, то відцентрові сили, що виникають при їхньому обертанні відносно осі приводного валу 4 будуть однакові за модулем та визначатимуться згідно [4] виразом $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = m \cdot e \cdot \omega_p$, де m - маса, e - ексцентриситет дебалансів 5 та 6, являє собою відстань від осі приводного валу 4 до центру мас кожного із дебалансів. В загальному амплітуда циклічної вимушеної сила запропонованого керованого віброзбуджувача рівна $F = |\vec{F}_1| + |\vec{F}_2|$ або за теоремою косинусів $F = 2 \cdot \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1^2 \cdot F_2^2 \cdot \cos(\alpha)}$.

Зміна частоти обертів $\omega_p \pm \Delta\omega$ приводу, що кінематично зв'язаний із напівмуфтою 15 та зміна величини кута повороту α валу 35 серводвигуна 36 дозволяють незалежно керувати двома параметрами вібрації у широких межах:

$$F = 2 \cdot \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1^2 \cdot F_2^2 \cdot \cos(\alpha \pm \Delta\alpha)} \cdot \sin((\omega_p \pm \Delta\omega) \cdot t)$$

Висновки. Застосування запропонованого методу керування роботою адаптивних вібраційних технологічних машин дозволить оптимізувати процес керування ними та забезпечити оптимальні режими роботи при мінімальних затратах енергії на вібропривод. Зменшення енергозатрат зумовлене тим, що таке

керування дозволяє швидше проводити корекцію нерезонансного режиму роботи, а як наслідок машина менше часу працюватиме при економічно не вигідних нерезонансних режимах. Окрім того даний спосіб зводить до мінімуму різкі зростання амплітуди коливань у перехідних процесах, які звичайно спостерігаються при зміні маси завантаження чи зміні режимів роботи та параметрів технологічного процесу. Застосування запропонованого регульованого електромеханічного дебалансного віброприводу вібраційних технологічних машин дозволить оптимізувати процес керування ними та забезпечити оптимальні резонансні режими роботи при мінімальних затратах енергії на вібропривод. Зменшення енергозатрат зумовлене тим, що таке керування дозволяє швидше проводити корекцію нерезонансного режиму роботи, а як наслідок машина менше часу працюватиме при економічно не вигідних нерезонансних режимах.

Список використаної літератури

1. Вібраційний живильник: А.с. № 541740, МКИ В 65 G 27/00, В. П. Чайка, В. А. Пашыстый. № 2117850/03; Заявлено 10.04.75; Опубл. 05.01.77; Бюл. № 1.
2. Електромагнітний вібропривод живильника: А.с. № 776961, МКИ В 65 G 27/24, Л. П. Рыбак, А. П. Шовкун. № 2546510/2703; Заявлено 21.11.77; Опубл. 07.11.80; Бюл. № 41.
3. Пат. 10971 А Україна, В65BG27/24. Спосіб керування роботою машини із коливними рухами робочих органів. П. С. Берник, Р. В. Чубик, В. А. Пашистый. (Україна). № 200502375; Опубл. 15.12.2005; Бюл. № 12.
4. Ярошенко Л.В., Чубик Р. В. Керовані вібраційні технологічні машини. Монографія. Вінниця: ВНАУ, 2011. 355с. ISBN9789662462357;.
5. Ярошенко Л.В. Вібраційні технологічні машини із вертикальним приводним валом: Монографія. Вінниця: ТВОРИ, 2023. 280 с. ISBN 978-617-552-252-3
6. Ярошенко Л.В., Чубик Р. В., Зрайло Н.М. Керований дебалансний віброзбуджувач для автоматизованих вібраційних машин. *Техніка енергетики транспорт АПК*. 2017. № 2 (97). С. 123-128.

Роман МАНДИБУРА²¹,
студент 4 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ ЗАХИСТІВ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

***Анотація.** В статті визначені недоліки пристроїв релейного захисту та автоматики (РЗА) на традиційній базі свідчать про необхідність їх заміни. Також підкреслені переваги пристроїв РЗА на мікропроцесорній базі підтверджують доцільність швидкого та широкого їх впровадження в експлуатацію. Зазначені особливості мікропроцесорного терміналу захисту RET 670 виробництва фірми ABB, які дозволяють здійснювати якісний та надійний захист силових трансформаторів.*

***Ключові слова:** агропромисловий комплекс, силовий трансформатор, мікропроцесорний релейний захист.*

***Annotation.** The article identifies the shortcomings of relay protection and automation (RZA) devices on a traditional basis indicate the need to replace them. Also, the emphasized advantages of microprocessor-based relay protection devices confirm the expediency of their rapid and wide implementation. These features of the microprocessor protection terminal RET 670 manufactured by ABB, which allow for high-quality and reliable protection of power transformers.*

***Keywords:** agro-industrial complex, power transformer, microprocessor relay protection.*

Вступ. АПК є цілісною виробничо-економічною системою, об'єднуючи в собі низку сільськогосподарських підприємств спрямованих на отримання, транспортування, зберігання, переробку та реалізацію сільськогосподарської продукції [1].

Україна є не лише виробником та повчальником сільськогосподарської сировини, а і сучасної високо технологічної продукції підприємств АПК. Рисою цих підприємств є постійне технічне переозброєння, яке полягає у заміні застарілого, малоефективного обладнання на більш якісне і надійне, що відповідає сучасним вимогам. Це дозволяє покращити надійність та якість виробництва, зменшити собівартість продукції.

На сучасному етапі розвитку агропромислового комплексу держави суттєвою перешкодою для забезпечення належного рівня конкурентоспроможності підприємств та виробленої ними продукції на зовнішньому ринку є високий рівень витрат електричної енергії на виробництво сільськогосподарської продукції [1]. Однією з причин неоптимальних витрат

²¹Науковий керівник: Чмих К.В., асистент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

електричної енергії є використання електричного обладнання яке вичерпало свій паспортний ресурс, наприклад силових трансформаторів які відпрацювали понад 25 років. Таке обладнання все частіше пошкоджується.

Також відомо те, що процеси, які відбуваються (особливо в аварійних режимах) в електричному обладнанні підприємств агропромислового комплексу (АПК) – швидкоплинні. Тому керування електричним обладнанням за таких умов здійснюють засоби релейного захисту та протиаварійної автоматики. Нажаль, часто в наш час, ці засоби фізично та морально застаріли і здійснюють захист електричного обладнання складних систем електропостачання енергопостачальних компаній та підприємств АПК. Це призводить до зростання пошкоджуваності силових трансформаторів (рис.1 а) [2, 3] , до перерв в електропостачанні, до порушення технологічних процесів, до псування сировини та продукції. Потрібно витратити кошти на ремонт (рис.1 б) силових трансформаторів (СТ), або на заміну пошкоджених СТ на нові.

Потрібно замінювати застарілі види релейних захистів на нові, високо інтелектуальні захисту, протиаварійної автоматики, які здійснюють постійний моніторинг технічного стану електричного обладнання, оптимальне автоматичне керування цим обладнанням з метою забезпечення безпечної, надійної, якісної та ефективної його експлуатації.



а



б

Рис.1. Пошкоджені силові трансформатори на площадці енергопостачальної компанії

Тому метою досліджень, результати яких представлені в статті є визначення особливостей мікропроцесорних захистів силових трансформаторів.

Відповідно до мети, під час досліджень, вирішувались наступні **задачі**:

- визначити недоліки та переваги пристроїв релейного захисту та автоматики (РЗА) на традиційній базі;
- дослідити недоліки та переваги пристроїв РЗА на мікропроцесорній базі;
- проаналізувати особливості мікропроцесорного терміналу захисту RET 670.

Для того, щоб якісно вибрати, впровадити у виробництво та експлуатувати сучасний мікропроцесорний захист СТ необхідно знати його призначення, можливості, переваги та недоліки. Отже мета та задачі є *актуальними*.

Дослідження недоліків та переваг пристроїв РЗА на традиційній базі. Переважна більшість пристроїв РЗА виконано на електромеханічному та

мікроелектронному принципі. Такі пристрої мають у порівнянні з мікропроцесорними ряд переваг: меншу вартість; за багаторічну практику накопичено значний досвід їх використання та обслуговування; існує досить великий об'єм запасних частин для ремонту та є можливість проведення ремонту власними силами персоналу (наявність принципів схем пристрою); існують спеціальні інструменти для ремонту і регулювання характеристик таких пристроїв [4].

Але пристроям на традиційній елементній базі притаманні і досить суттєві недоліки, які перешкоджають або ускладнюють комплексну автоматизацію електричних мереж: великі трудозатрати на обслуговування; значні витримки часу вимкнення міжфазних КЗ, особливо поблизу джерел живлення із-за великих ступенів селективності, відсутності в більшості електроустановок прискорення РЗ після АПВ та відсутності логічного захисту шин; неможливість виконання багатократного АПВ, в першу чергу, із-за неможливості реалізації прискорення РЗ після кожного циклу АПВ; відсутність ефективного захисту від замикань на землю розподільних мереж; відсутність можливості автоматичної зміни уставок пристрою РЗ або при раптовій зміні режиму живлення мережі, або при плановому виведенні частини обладнання в ремонт.

Дослідження недоліків та переваги пристроїв мікропроцесорного захисту (МПЗ) МПЗ має наступні переваги. МПЗ притаманна можливість автоматичної зміни уставок спрацювання при раптовій зміні режиму живлення мережі, або при плановому виведенні частини обладнання в ремонт. Використання енергонезалежної пам'яті в МПЗ дозволяє виконувати програмним шляхом значно більш точне введення і зміну значень вставок захистів і автоматики без використання спеціальних вимірювальних приладів. На відміну від електромеханічних і мікроелектронних пристроїв, МПЗ мають широкий діапазон вставок і тому не потребують модифікацій із різноманітними діапазонами виміру вхідних аналогових сигналів. Крім того, характеристики спрацювання МПЗ практично не мають розкиду, ці пристрої мають високий коефіцієнт повернення, що зменшує значення ступіней вставок по струму, напрузі, часу. Застосування енергонезалежної пам'яті дозволило виконати в МПЗ програмний модуль реєстратора вхідних струмів і напруг, послідовності спрацювання захистів і автоматики, що був відсутнім у пристроях попередніх поколінь.

Використання МПЗ привело до організації на нових принципах експлуатації силового устаткування. Постійний контроль в МПЗ справності ланцюгів вмикання і відключення комутаційного устаткування, граничної кількості оперативних дій, моніторинг струмів відключення дозволяє створити системи діагностики устаткування. Ця функція дозволяє більш обґрунтовано приймати рішення про проведення робіт із ремонту або техобслуговування і виконувати ці роботи тільки тоді, коли цього потребує ситуація.

Електромеханічні реле і більшість мікроелектронних не мають убудованих засобів самодіагностики [4]. Для МПЗ ця функція є обов'язковою. У автоматичному режимі діагностується як математичне, так і апаратне забезпечення. У МПЗ виключено випадки, коли пристрій захисту вийшов із

ладу, а оперативному персоналу про це нічого не відомо. Про працездатність пристрою постійно сигналізує реле сторожового таймера, його замикання приводить до спрацьовування вказівних реле. Дана функція приводить до підвищення рівня експлуатації енергосистеми.

Найважливішою перевагою МПЗ є можливість виконання обміну інформацією з вищим ієрархічним рівнем, що дозволяє об'єднати окремі пристрої в систему РЗ. У цьому випадку МПЗ стає елементом автоматизованої системи управління підприємством (АСУ) АПК або системи електропостачання АПК.

Передані на верхній рівень значення уставок, результати вимірів у нормальному й аварійному режимах роботи ЕЕМ, дані реєстратора, положення комутаційного устаткування, результати самодіагностики дозволяють диспетчеру швидко і якісно виконати аналіз ситуації й у разі потреби вжити необхідні заходи.

Також слід зазначити, що МПЗ мають мале споживання, характеристики не змінюються в процесі старіння і не вимагають періодичної перевірки і не потребують механічного регулювання.

Недоліком МПЗ [4] є те, що фірма-виробник не надає користувачу ні схем апаратної частини ЦФ, ні коду його програмного забезпечення. Тому усунути виниклу несправність самостійно, наприклад силами персоналу підстанції, як це практикувалося при експлуатації електромеханічних або мікроелектронних пристроїв, неможливо. Повернути в працездатний стан несправний МП РЗА можливо тільки на заводі-виробнику, що частіше усього знаходиться за кордоном. Очевидно, що такий ремонт супроводжується значними і матеріальними, і організаційними витратами, які у випадку вітчизняного виробника істотно нижчі.

Особливості МПЗ захисту СТ RET 670. Для трансформаторів та автотрансформаторів напругою 110 кВ та вище згідно ПУЕ передбачені релейні захисти від наступних пошкоджень та особливих режимів роботи: багатофазних к.з. в обмотках та на вводах; однофазних к.з. в обмотках та на вводах, приєднаних до мережі з ефективно та глухозаземленою нейтраллю; міжвиткових замикань в обмотках; надструмів за зовнішніх к.з.; симетричних перевантажень; пониженні рівня олії в баку трансформатора; пониженні рівня олії та пошкодженнях у відсіку РПН; часткові пробої ізоляції у вводах; однофазних замиканнях на землю в мережі з ізольованою нейтраллю.

Від цих пошкоджень та особливих режимів на трансформаторах та автотрансформаторах передбачені наступні види захистів та автоматики: поздовжній диференційний струмовий захист; диференційний захист нульової послідовності; струмовий захист нульової послідовності; максимальний струмовий захист (МСЗ); захист від перевантаження пристрій резервування відмови вимикача (ПРВВ); пристрій контролю ізоляції вводів – для контролю ізоляції оливнонаповнених вводів на автотрансформаторах напругою 750 кВ; захист від неповнофазного режиму; пуск автоматики системи пожежегасіння та інші.

В терміналі RET 670 функція диференційного захисту позначається як *PDIF* (за кодом ANSI - 87T). Вона включає диференційний захист з гальмуванням та струмову відсічку.

Висновки. Визначені недоліки пристроїв релейного захисту та автоматики (РЗА) на традиційній базі свідчать про необхідність їх заміни.

Переваги пристроїв РЗА на мікропроцесорній базі підтверджують доцільність швидкого та широкого їх впровадження в експлуатацію.

Особливості мікропроцесорного терміналу захисту RET 670 виробництва фірми АВВ дозволяють здійснювати якісний та надійний захист силових трансформаторів.

Список використаної літератури

1. RUBANENKO O. Planning of the experiment for the defining of the technical state of the transformer by using amplitude-frequency characteristic. *PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY*. 2020. Т. 1, № 3. С. 121–126. URL: <https://doi.org/10.15199/48.2020.03.27> (дата звернення: 11.04.2024).

2. Hryshchuk M., Rubanenko O., Rubanenko O. Planning of maintenance of power transformers on the results of control of their frequency characteristics. *Lighting Engineering and Power Engineering*. 2019. Т. 3, № 56. С. 92–98. URL: <https://doi.org/10.33042/2079-424x-2019-3-56-92-98> (дата звернення: 11.04.2024).

3. Kaletnyk G. M. Prospects for increasing energy autonomy of the agriculture in accordance with the energy strategy of Ukraine. *UKRAINIAN BLACK SEA REGION AGRARIAN SCIENCE*. 2019. Т. 104, № 4. С. 90–98. URL: [https://doi.org/10.31521/2313-092x/2019-4\(104\)-10](https://doi.org/10.31521/2313-092x/2019-4(104)-10) (дата звернення: 11.04.2024).

4. Баженов В. М., Одегов М. М. Швидкодіючий релейний захист вузлових схем живлення розподільних мереж. *Collected scientific works of Ukrainian State University of Railway Transport*. 2015. № 153. URL: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.153.2015.64124> (дата звернення: 11.04.2024).

Олександр КОЧМАРУК²²,

Студент 2 курсу,

Інженерно-технологічного факультету,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИЧНИХ ОСНОВ РОЗВИТКУ ЧАСТКОВИХ РОЗРЯДІВ

Анотація. В роботі проаналізовані особливості розвитку часткових розрядів у рідких та газоподібних діелектриках. Запропоновано еквівалентну схему заміщення типового діелектрика, що з достатньою точністю описує

²²Науковий керівник: Граняк В.Ф., доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

розвиток зазначеного процесу. Удосконалено математичну модель, що описує параметр діелектричної міцності діелектрика. Виділено основні фізичні фактори, що впливають на розвиток частотних розрядів. Показано, що функція пробивної напруженості від відстані між електродами в рівномірному полі для газоподібних діелектриків має явно виражений немонотонний характер, що не спостерігається при використанні рідких діелектриків (трансформаторного масла).

Ключові слова: часткові розряди, електричне поле, пробивна напруженість, діелектрик.

Annotation. The paper analyzes the peculiarities of the development of partial discharges in liquid and gaseous dielectrics. An equivalent scheme for replacing a typical dielectric is proposed, which describes the development of the specified process with sufficient accuracy. The mathematical model describing the dielectric strength parameter of the dielectric has been improved. The main physical factors affecting the development of frequency discharges are highlighted. It is shown that the breakdown voltage function of the distance between the electrodes in a uniform field for gaseous dielectrics has a pronounced non-monotonic character, which is not observed when using liquid dielectrics (transformer oil).

Key words: partial discharges, electric field, breakdown voltage, dielectric.

Вступ. Поняття часткового розряду (ч. р.) в ізоляції охоплює місцевий розряд на поверхні або в середині ізоляції у вигляді корони, ковзний розряд або пробій окремих елементів ізоляції, шунтуючої частини ізоляції між електродами, що знаходяться під різними потенціалами.

Ч. р. в ізоляції виникають у місцях зі зниженою електричною міцністю (наприклад, у прошарках просочуючої рідини або в газових включеннях у товщі діелектрика). Надалі елемент діелектрика зі зниженою електричною міцністю, що бере участь у ч. р., буде називатися «включенням».

Результати досліджень. При розгляді ч. р. еквівалентна схема діелектрика ємністю C_x може бути представлена трьома ємностями (рис. 1): C_e – ємністю елемента діелектрика, що бере участь у ч. р. (ємність включення); C_d – ємністю елемента діелектрика, включеного послідовно з першим; C_a – ємністю іншої частини діелектрика, позбавленої включень. При цьому [1]:

$$C_x = C_a + \frac{C_e \cdot C_d}{C_e + C_d} \quad (1)$$

Виникнення ч. р. відбудеться тоді, коли напруга на включенні досягне пробивного значення $U_{в.з}$ – напруги запалюючого розряду у включенні.

Так, наприклад, при включеннях у вигляді прошарку, витягнутого поперек силових ліній поля, напруженість у включенні E_e зв'язана з напруженістю в іншій частині діелектрика E_d співвідношенням:

$$\frac{E_x}{E_d} = \frac{\epsilon_d}{\epsilon_e}, \quad (2)$$

де $\varepsilon_{\text{в}}$ – діелектрична проникність включення;
 $\varepsilon_{\text{д}}$ – діелектрична проникність діелектрика.

Співвідношення між напруженістю у включенні і середньою напруженістю буде залежати від співвідношення між товщинами діелектрика і включення. Якщо ввести позначення: $d_{\text{д}}$ – товщина діелектрика, розташованого послідовно зі включенням (рис. 1); $d_{\text{в}}$ – товщина включення; U – напруга на електродах зразка, то для еквівалентної схеми рис. 1 маємо:

$$E_{\text{в}} = \frac{U \cdot C_{\text{д}}}{d_{\text{в}} \cdot (C_{\text{д}} + C_{\text{в}})} = \frac{U \cdot \frac{\varepsilon_{\text{д}}}{d_{\text{д}}}}{d_{\text{в}} \cdot \left(\frac{\varepsilon_{\text{д}}}{d_{\text{д}}} + \frac{\varepsilon_{\text{в}}}{d_{\text{в}}}\right)} = \frac{U \cdot \varepsilon_{\text{д}}}{\varepsilon_{\text{в}} \cdot d_{\text{д}} + \varepsilon_{\text{д}} \cdot d_{\text{в}}} \quad (3)$$

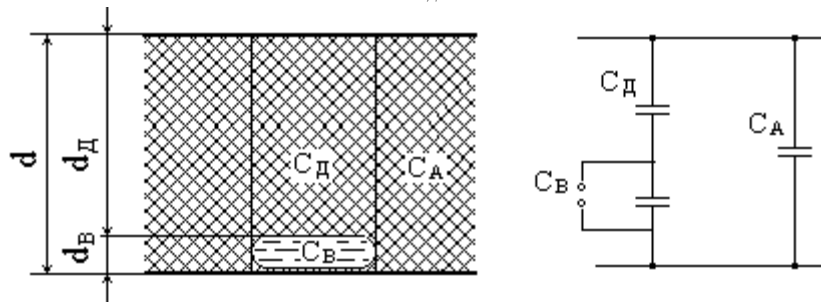


Рис.1 Еквівалентна схема при розгляді ч.р. у діелектрику

де $C_{\text{в}}$ – ємність елемента діелектрика, який бере участь в ч.р. (ємність включення);

$C_{\text{д}}$ – ємність частини діелектрика, розташованого послідовно з включенням;

$C_{\text{а}}$ – ємність іншої частини діелектрика, що залишилась, і відношення $E_{\text{в}}$ до середньої напруженості $E_{\text{ср}} = U/(d_{\text{д}} + d_{\text{в}})$ становить:

$$\frac{E_{\text{в}}}{E_{\text{ср}}} = \frac{1 + d_{\text{в}}/d_{\text{д}}}{\varepsilon_{\text{в}}/\varepsilon_{\text{д}} + d_{\text{в}}/d_{\text{д}}} \quad (4)$$

Отже, з формули випливає, що відношення $E_{\text{в}}/E_{\text{ср}}$ залежить від відношення $d_{\text{в}}/d_{\text{д}}$. Якщо $d_{\text{в}}/d_{\text{д}} \ll 1$, тоді $E_{\text{в}}/E_{\text{ср}} = \varepsilon_{\text{в}}/\varepsilon_{\text{ср}}$.

Для сферичного чи еліпсоїдального включення [2, 3]:

$$\frac{E_{\text{в}}}{E_{\text{ср}}} = \frac{3 \cdot \varepsilon_{\text{в}}}{\varepsilon_{\text{в}} + 2 \cdot \varepsilon_{\text{д}}} \quad (5)$$

Електрична міцність газу у включенні мало відрізняється від електричної міцності газу між металевими електродами. Якщо поле у включенні рівномірне (плоскі включення, витягнуті поперек поля, або сферичні включення), то пробивна напруга зв'язана з розмірами включення (його товщиною) і тиском газу у включенні законом Пашена. Залежності пробивної напруги $U_{\text{пр}}$ від тиску газу у включенні p і товщини включення d для різних газів приведені на рис. 2. При розмірах включення

порядку десятків мікрометрів і тиску, близькому до атмосферного, пробивна напруга лежить поблизу мінімуму кривої Пашена, слабо змінюється при зміні розмірів включення і складає приблизно 250 – 300 В [2, 4].

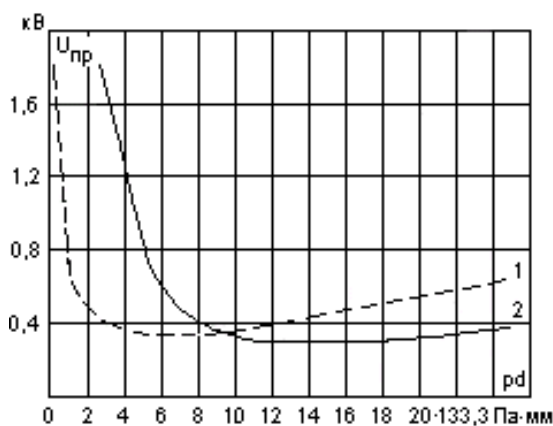


Рис. 2 Пробивна напруга газів в залежності від тиску і відстані між електродами в рівномірному полі: 1 – повітря; 2 – водень

При включеннях у виді прошарків рідкого діелектрика для визначення напруженості у включенні залишаються в силі приведені вище співвідношення (2) - (5). Пробивна напруженість рідкого діелектрика також істотно зростає із зменшенням товщини включення. Як приклад на рис. 3 приведена залежність пробивної напруженості нафтового масла від товщини зазору d_m [4].

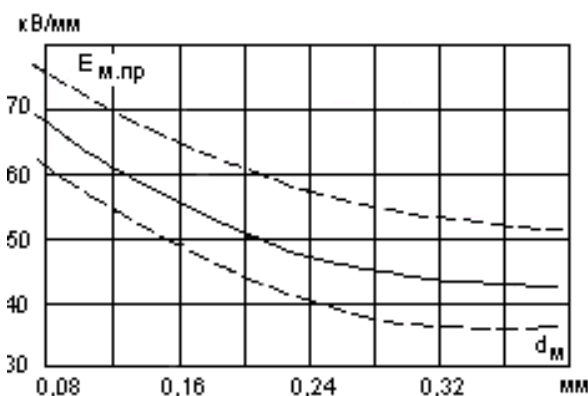


Рис. 3 Залежність пробивної напруженості масляного прошарку від товщини для рівномірного поля в зазорі, що прилягає до електрода (штрихованою лінією показаний розкид пробивних напруженостей)

При пробі включення (ємності C_B) іони, що утворюються в процесі розряду, заряджають поверхню включення і створюють поле, зустрічне по напрямку основному полю. Після розряду ємності включення C_B у більшості випадків не виникає велика густина струму, необхідна для підтримки стійкого розряду, і він гасне. Утворення напівпровідного шару на поверхні включення також не може привести до підтримки розряду внаслідок незначної ємності включення. При пробі напруга на включенні падає не до нуля, а до визначеного значення $U_{в.н.}$, при якому розряд гасне. Напруга погасання при розмірах масляної

плівки порядку 10 – 100 мкм менша відповідної пробивної напруги і лежить в межах:

$$U_{в.п.} \approx (0,1 \div 0,9)U_{в.з.} \quad (6)$$

Напруга на електродах об'єкта, що відповідає виникненню ч. р., скорочено називається напругою часткового розряду $U_{ч.р.}$. Зв'язок між $U_{ч.р.}$ і $U_{в.з.}$ може бути встановлений з розгляду еквівалентної схеми рис. 1:

$$U_{ч.р.} = U_{в.з.} \cdot \frac{C_d + C_B}{C_d} \quad (7)$$

Тривалість процесу пробою включення (тривалість ч. р.) у більшості випадків дуже мала – приблизно $(3 - 10) \cdot 10^{-9}$ с. Лише під час потужних критичних ч. р., що уявляють собою розгалуджені ковзні розряди чи пробої великих (порядку 1 см і більше) прошарків рідких діелектриків, тривалість ч. р. може бути більше (до $10^{-7} - 10^{-6}$ с) [5].

Кожний з одиничних ч. р. супроводжується проходженням через включення визначеного заряду q і приводить до зміни напруги на зовнішніх електродах усього зразка на ΔU_x .

Якщо $C_a \gg C_b$ і $C_a \gg C_d$, то заряд q , який проходить через включення в момент виникнення ч. р., дорівнює:

$$q = (C_B + C_d)(U_{в.з.} - U_{в.п.}) = (C_B + C_d) \Delta U_B \quad (8)$$

Практично заряд q не можна виміряти безпосередньо, тому що його проходження зв'язане з процесами всередині діелектрика випробуваного об'єкта.

В момент виникнення ч. р. можна вважати, що заряд на електродах випробуваного об'єкта не змінюється, тому що ємність об'єкта відділена від іншої ємності ланцюга індуктивністю з'єднувальних проводів. Тому зміна напруги ΔU_x відбувається за рахунок збільшення ємності об'єкта при виникненні ч. р. Однак, для зручності подальших міркувань представимо, що зміна напруги на об'єкті відбувається внаслідок фіктивної зміни заряду $q_{ч.р.}$ на електродах об'єкта незмінної ємності C_x , причому $\Delta U_x = q_{ч.р.} / C_x$.

Величина $q_{ч.р.}$ називається уявним зарядом ч. р. Отже, уявний ч. р. – це такий заряд, що, будучи миттєво введений між выводами випробуваного об'єкта, викликає таку ж миттєву зміну напруги між його выводами, як реальний ч. р. Уявний заряд виражається в кулонах.

Для встановлення співвідношення між $q_{ч.р.}$ і q візьмемо до уваги, що при виникненні ч. р. і зменшенні напруги на ємності C_B на $\Delta U_B = U_{в.з.} - U_{в.п.}$ з ємності C_A пішов заряд на підзарядку ємності C_d , що викликає спад напруги на об'єкті на ΔU_x .

Якщо використати умови рівності цього заряду уявному заряду ч. р., а також формулу (8), то отримаємо:

$$q_{ч.р.} = \Delta U_x \cdot C_x = \Delta U_B \cdot C_d = q \cdot \frac{C_d}{C_d + C_B} \quad (9)$$

Якщо включення має форму прошарку, витягнутого поперек силових ліній поля, то зручно відносити ємності C_D і C_B до одиниці поверхні включення. Тоді формула (9) може бути представлена в наступному вигляді:

$$q_{ч.р.} = q \cdot \frac{\frac{\varepsilon_D}{d-d_B}}{\frac{\varepsilon_D}{d-d_B} + \frac{\varepsilon_B}{d_B}} = \frac{q}{1 + \frac{\varepsilon_B}{\varepsilon_D} \left(\frac{d}{d_B} - 1 \right)} \quad (10)$$

З формули (10) випливає, що при такому ж заряді q через включення і незмінній товщині включення d_B уявний заряд ч. р. зменшується зі збільшенням товщини діелектрика d .

Надалі напруга на об'єкті відновлюється за рахунок підтікання заряду від джерела напруги й інших ємностей схеми, до якої підключено випробуваний об'єкт. Це приводить до виникнення високочастотних коливань у схемі, реєстрація яких спеціальними вимірювальними пристроями дозволяє досліджувати характеристики ч. р. в ізоляції.

При розгляді процесів поверхневої ерозії діелектрика ч. р. звернемо увагу на заряд, що проходить через одиницю поверхні включення. Розглянемо включення у вигляді прошарку, витягнутого поперек силових ліній поля.

Якщо поверхня включення, беруча участь у ч. р., дорівнює S_B , то на підставі (8) питомий заряд, що проходить через одиницю поверхні включення, дорівнює:

$$q_{вд} = \frac{q}{S_B} = \left(\frac{\varepsilon_B}{d_B} + \frac{\varepsilon_D}{d-d_B} \right) \Delta U_B \quad (11)$$

якщо $U_{B,II} \ll U_{B,III}$, то враховуючи (7) і (8):

$$q = (C_B + C_D)(U_{B,II} \ll U_{B,III}) \approx (C_B + C_D)U_{B,III} = C_D \cdot U_{ч.р.} = S_B \frac{\varepsilon_D}{d-d_B} U_{ч.р.}, \quad (12)$$

а при $d_B \ll d$ на підставі (12):

$$q_{вд} = \varepsilon_D \frac{U_{ч.р.}}{d} = \varepsilon_D \cdot E_{ч.р.}, \quad (13)$$

де $E_{ч.р.} = U_{ч.р.}/d$ – напруженість виникнення ч.р.

Виникнення кожного одиничного ч. р. приводить до виділення в діелектрику випробуваного об'єкта енергії $W_{ч.р.}$. Ця енергія частково витрачається на розігрів випробуваного об'єкта, а частково витрачається на руйнування діелектрика об'єкта [6]. Якщо ємність $C_A \gg C_D$, що має місце в переважній більшості випадків, то енергія одиничного ч. р. може бути визначена як різниця початкової W_H і кінцевої W_K енергій, що накопичуються на ємностях еквівалентної схеми:

$$W_{ч.р} = W_H - W_K = \frac{C_D + C_B}{2} (U_{B.3}^2 - U_{B.П}^2), \quad (14)$$

якщо $U_{B.П} \approx U_{B.3}$, то враховуючи (7)

$$W_{ч.р} = \frac{C_D + C_B}{2} (U_{B.3} + U_{B.П}) \Delta U_B \approx q U_{B.3} \quad (15)$$

Приймаючи до уваги (7) і (8), маємо:

$$W_{ч.р} = q_{ч.р} U_{ч.р}. \quad (16)$$

Якщо $U_{B.П} \ll U_{B.3}$, то підставлення (14):

$$W_{ч.р} = q \cdot U_{B.3} / 2 = q_{ч.р} \cdot U_{B.3} / 2. \quad (17)$$

Крім кількісних характеристик, що визначають інтенсивність одиничних ч. р., використовуються інтегральні кількісні характеристики, що визначають інтенсивність ч.р. протягом інтервалу часу, значно більшого, ніж час між двома одиничними ч. р. Такими характеристиками ч. р. є [3]:

- частота проходження $n_{ч.р}$,
- середній струм $I_{ч.р}$,
- середня потужність $P_{ч.р}$,
- квадратичний параметр $D_{ч.р}$.

Частотою проходження $n_{ч.р}$ називається середнє число імпульсів ч.р. за одиницю часу (секунду). Практично можуть бути враховані ч.р. з уявним зарядом вищевстановленого значення або ч. р. з уявним зарядом, що знаходиться у визначеному інтервалі.

Середній струм $I_{ч.р}$ представляє собою суму абсолютних значень уявних зарядів, що проходять за одну секунду, і вимірюється в Кл/с або А. Якщо сума зарядів вимірюється за інтервал часу t_1 , то:

$$I_{ч.р} = \frac{1}{t_1} = (|q_{ч.р1}| + |q_{ч.р2}| + \dots + |q_{ч.рm}|). \quad (18)$$

Якщо всі заряди мають одне значення $|q_{ч.р}|$, то

$$I_{ч.р} = n_{ч.р} \cdot q_{ч.р} \quad (19)$$

Якщо заряди істотно різні за значенням, то струм рекомендується обчислювати за наступною формулою:

$$I_{q,p} = \sum_{i=0}^k \frac{|q_{q,p(i+1)} + |q_{q,p i}|}{2} (n_{i+1} - n_i), \quad (20)$$

де $q_{q,p} - i$ – й рівень уявних зарядів;

n_i – частота проходження ч. р., уявний заряд яких перевищує i – й рівень (значенню $i = 0$ відповідає частота проходження $n = 0$).

При визначенні середнього струму $I_{q,p}$ за формулою (20) кількість рівнів k уявного заряду рекомендується вибирати не менше чотирьох (у яких початковий рівень повинен відповідати $i = 0$), при регулюванні рівнів не більш ніж через 20 дБ.

Середня потужність $P_{q,p}$ - це середня потужність, що підводиться до виводів випробувального об'єкта для компенсації потужності, що виділяється у випробувальному об'єкті внаслідок ч. р. протягом визначеного інтервалу часу t_1 :

$$P_{q,p} = \frac{1}{t_1} (q_{q,p1}^2 \cdot U_m + q_{q,p2}^2 \cdot U_m + \dots + q_{q,pm}^2 \cdot U_m), \quad (21)$$

де U_1, U_2, \dots, U_m – миттєві значення напруги на випробувальному об'єкті в моменти розрядів.

Якщо основна кількість ч. р. виникає поблизу амплітуди прикладеної напруги U_m , то $P_{q,p}$ може бути наближено визначена за формулою:

$$P_{q,p} = I_{q,p} \cdot U_m. \quad (22)$$

Оскільки підведена до виводів випробуваного об'єкта потужність $P_{q,p}$ повинна дорівнювати потужності, що виділяється в об'єкті внаслідок ч. р., то, якщо всі розряди мають однакову енергію $W_{q,p}$, потужність $P_{q,p}$ може бути визначена також за формулою:

$$P_{q,p} = n_{q,p} \cdot W_{q,p} \quad (23)$$

якщо заряди істотно різні за значенням, то:

$$P_{q,p} = \sum_{i=0}^k \frac{W_{q,p(i+1)} + W_{q,p i}}{2} (n_{i+1} - n_i) \quad (24)$$

де $W_{q,p,i}$ – i – й рівень енергії;

n_i – частота проходження ч. р, енергія яких перевищує i – й рівень (значенню $i = 0$ відповідає частота проходження $n = 0$).

Квадратичний параметр $D_{q,p}$ є сумою квадратів зарядів, що проходять через виводи випробуваного об'єкта в результаті ч. р. за одну секунду.

Якщо вимір суми квадратів зарядів виконується за інтервал часу t_1 то:

$$D_{q,p} = \frac{1}{t_1} (q_{q,p1}^2 + q_{q,p2}^2 + \dots + q_{q,pm}^2), \quad (25)$$

якщо всі заряди мають одне значення $|q_{q,p}|$, то:

$$D_{q,p} = n_{q,p} \cdot q_{q,p}^2, \quad (26)$$

якщо заряди істотно різні за значенням $|q_{q,p}|$, то:

$$D_{q,p} = \sum_{i=0}^k \frac{q_{q,p(i+1)}^2 + q_i^2}{2} (n_{i+1} - n_i), \quad (27)$$

де $q_{q,p}$ – i -й рівень квадрата заряду;

n_i – частота проходження ч. р., квадрат заряду яких перевищує i -й рівень (значенню $i = 0$ відповідає частота проходження $n = 0$).

Оптична картина ч. р. істотно залежить від тиску газу p у прошарку, товщини прошарку d_g , роду діелектрика, роду газу. При значеннях pd_g менших деякого критичного $(pd_g)_{кр}$ ч. р. розвиваються у вигляді серії мікророзрядів, а при $pd_g > (pd_g)_{кр}$ ч. р. представляє один більш потужний розряд. Якщо в миттєвого анода розташований полімерний твердий діелектрик, а в катода - скло, то канали окремих мікророзрядів мають конусоподібну форму і складаються зі слабо випромінюючої ділянки поблизу катода і яскраво випромінюючої поблизу анода. При катоді, покритому полімером, і металевому аноді розряд виникає у вигляді одного іскрового каналу. У деяких випадках спостерігаються мікророзряди, що супроводжуються розрядами по поверхні діелектрика.

Заряд $q_{m,p}$ і енергія $W_{m,p}$ одного мікророзряду можуть бути визначені за формулами:

$$q_{q,p} = \frac{\Delta S_B}{S_B} q_{q,p} = \frac{q_{q,p}}{m_{q,p}} \quad \text{та} \quad W_{q,p} = \frac{\Delta S_B}{S_B} W_{q,p} = \frac{W_{q,p}}{m_{q,p}}, \quad (28)$$

де ΔS_g – середня площа поверхні включення, що розряджається одним мікророзрядом;

S_g – загальна площа включення, що бере участь у ємності C_g ;

$m_{m,p} = \Delta S_g / S_g$ – кількість мікророзрядів, що складають один ч. р.

ΔS_g – залежить від роду діелектрика і зростає зі збільшенням газового прошарку d_g .

Формули (8) і (14) з врахуванням мікророзрядів можуть бути представлені у вигляді:

$$q_{q,p} = m_{m,p} \frac{\Delta S_B}{S_B} (C_D + C_B) (U_{B,3} - U_{B,\Pi}) \quad (29)$$

$$W_{q,p} = m_{m,p} \frac{\Delta S_B}{2 \cdot S_B} (C_D + C_B) (U_{B,3}^2 - U_{B,\Pi}^2) \quad (30)$$

Збільшення питомого енерговиділення і питомого значення потужності ч.р є однією з причин низької тривалої електричної міцності діелектрика з порожнинами, витягнутими в напрямку силових ліній поля.

Висновки. Проаналізовані особливості розвитку часткових розрядів у рідких та газоподібних діелектриках. Виділено основні фізичні фактори, що впливають на розвиток частотних розрядів. Запропоновано еквівалентну схему заміщення електричного кола, що ефективно ілюструє електромагнітні процеси у діелектрику при виникненні часткових розрядів.

Список використаної літератури

1. Delmotte C., Henaon H., Ekwe G., Brochet P., Capolino G. Comparison of two modeling method for induction machine study: application to diagnosis. *International conference on electrical machines (ICEM-2002)*. Proceedings of conference, 25-28 August 2002 y. Belgium: Brugge, 2002. P. 156-158.

2. Schoen R. R., Habetler T. G., Kamran F., Barthel R. G. Motor Bearing Damage Detection Using Stator Current Monitoring. *IEEE transactions on industry applications*. 1995. Vol.31, № 6. P. 76-82.

3. On-line statistical conditional monitoring and fault diagnosis for motors with applications to rotor bars and bearings / Yazici B. at all. New York : GE Research & Development center, 1997. 289 p.

4. Ahmed Y., Sasi B., Devon C. Detection of induction motor rotor bar faults using instantaneous angular speed. Gatlinburg: Ball MARCON, 2012. 197 p.

5. Василець С. В., Василець К. С. Техніка високих напруг: навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2018. 187 с.

6. Граняк В. Ф., Каців С. Ш., Кухарчук В. В. Теоретико-експериментальний метод розрахунку вагових коефіцієнтів штучної нейроподібної мережі в системах діагностування гідроагрегатів. *Вимірвальна техніка та метрологія*. 2019. Т. 80, Вип. 1. С. 5-10.

В'ячеслав ОСАВОЛЮК²³,

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

АНАЛІЗ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ВОЛОГОЮ ДЛЯ ЦЕХУ ВИРОЩУВАННЯ ГРИБІВ-ГЛИВ

Анотація. У даній науковій роботі проведено аналіз автоматизованої системи електропостачання та управління вологістю для цеху вирощування

²³Науковий керівник: Штуць А.А., асистент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

грибів-глив. Розглянуто проблеми та особливості, пов'язані з цими системами, зокрема, вибір та встановлення необхідного обладнання, розробка програмного забезпечення для керування, вимоги до ефективності та безперебійності роботи системи. Основна увага приділяється аналізу можливостей підвищення ефективності енергоспоживання та забезпечення оптимальних умов для вирощування грибів-глив. Результати дослідження можуть бути корисними для підприємств, що займаються вирощуванням грибів-глив, а також для спеціалістів у галузі автоматизації та енергозбереження.

Ключові слова: гриби-гливи, системи управління вологістю, аналіз систем.

Annotation. This research paper analyzes an automated power supply and humidity control system for a mushroom clay cultivation workshop. The problems and features associated with these systems are considered, in particular, the selection and installation of the necessary equipment, the development of control software, and the requirements for efficiency and uninterrupted operation of the system. The main focus is on analyzing opportunities to improve energy efficiency and ensure optimal conditions for growing oyster mushrooms. The results of the study can be useful for enterprises engaged in the cultivation of oyster mushrooms, as well as for specialists in the field of automation and energy saving.

Keywords: Oyster mushrooms, humidity control systems, system analysis.

Вступ. У сучасних умовах сільськогосподарські підприємства стикаються з необхідністю постійного вдосконалення технологічних процесів для забезпечення високої ефективності виробництва. Одним із напрямів вдосконалення є впровадження автоматизованих систем управління, зокрема, управління електропостачанням та вологою, що є критичними параметрами для вирощування грибів-глив. Дослідження в цьому напрямку може значно полегшити процес вирощування грибів-глив та підвищити його ефективність.

Доцільність вирощування. Гриби культурні, як продукт екологічний з високою харчовою цінністю, мають цілющі властивості. У гливи виявлено антиоксиданти, які гальмують старіння організму. Такі гриби, як глива і печериця, мають яскраво виражену онкостатичну властивість та антисклеоротичну дію. Вони дають організму можливість підвищити радіорезистентність та імунітет до різних видів захворювань. При вживанні печериць і плевроту звичайного зменшується вірогідність атеросклерозу та інфаркту. Властивість грибів як сорбента - поглинача важких металів і радіонуклідів, використовують для виведення з організму цих шкідливих речовин. Споживання грибів знижує рівень холестерину у крові приблизно на 30%. Встановлено антибактеріальну і протипухлинну активність печериць та гливи. Грибна продукція забезпечує людей мінеральними солями, високоякісним білком, цукрами, вітамінами, мікроелементами. Сучасні досягнення сфери виробництва грибної продукції пов'язані із вдосконаленням технологічних процесів на всіх етапах, запровадженні комп'ютеризованих пристроїв. Також впроваджуються сучасні прилади і системи автоматичного управління параметрами технологічних процесів (тривалість вирощування, температура,

швидкість руху повітря, вологість). Технологія сучасного грибовирощувального виробництва все більше стає механізованою і втоматизованою. Її ефективність, в першу чергу, залежить від сучасного удосконаленого обладнання з мікропроцесорною технікою, з широким впровадженням ЕОМ.

Виклад основного матеріалу. Вимоги до приміщення для вирощування глив. Щоб організувати справу з виробництва гливи, вам необхідно передбачити кілька умов. Цими умовами є наявність відповідного приміщення, якісний міцелій і субстрат. Приміщення для вирощування глив має задовольняти деяким вимогам:

- Температура в приміщенні повинна бути від 15 до 20 градусів.
- Вологість повинна підтримуватися від 80 до 95%.
- У приміщенні має бути присутня вентиляція і наявність електрики.

У деяких нотатках можна знайти висловлювання, що гливи можна вирощувати в теплицях. З цього приводу слід зауважити, що вище 25 градусів гливи вже погано плодоносять, тому використання теплиць для вирощування можливо тільки в весняний і осінній час року(Рис.1).



Рис.1. Видяд приміщення для вирощування грибів-гливів

Актуальність проблеми. Вирощування грибів-глив вимагає стабільного середовища з відповідною вологістю та електропостачанням. Ручне управління цими параметрами може бути складним і неефективним. Тому автоматизація цих процесів стає все більш актуальною. Автоматизовані системи дозволяють точно контролювати та регулювати вологість та електропостачання, що позитивно впливає на вирощування грибів-глив.

Вирощування грибів-глив в сучасних умовах вимагає точного контролю параметрів середовища, зокрема, вологості та електропостачання. Автоматизовані системи управління можуть забезпечити стабільні умови для вирощування грибів-глив, що позитивно позначиться на врожайності та якості продукції. Однак, дослідження в цьому напрямку ще потребує подальшого розвитку та оптимізації.

Технологія вирощування гливи. Для вирощування гливи, можна використовувати низькосортну деревину лісних порід, на яких цей гриб росте і в природі. Однак кращими для цього вважаються тополя, граб, дуб, верба і бук. На деревах, що мають м'яку деревину, гриб швидше розростається, але врожайність трохи нижче, ніж при вирощуванні на твердій деревині, де грибниця росте повільніше, а врожайність - більше.

Для вирощування гливи кращої вважається свіжозрубана деревина, в якій міститься достатньо вологи, щоб грибний міцелій розвивався. Якщо ви плануєте використовувати давно зрубану деревину, її потрібно на тиждень замочити у воді, щоб вона увібрала в себе вологу.

Деревину відповідних порід розрізають на куски (бруски) невеликих однакових розмірів 30-40 см. Наступною операцією є зараження дерев'яних стовпчиків (брусків) грибницею гливи. Наведемо декілька способів внесення грибниці:

1. Спочатку необхідно вимочити у воді бруски для надання їм необхідної вологості, потім в декілька ярусів їх встановлюють один на один. На торець бруска насипають 100-150 г грибниці, щоб уникнути пересихання брусків, їх обгортають поліетиленовою плівкою, а верхній ряд посипають зволоженою соломною або обпилками.

2. Роблять отвори, методом просвердлювання або надпилювання бруска, в зроблені отвори вносять невелику кількість міцелію. Отвір закривають мохом або клеюють клейкою стрічкою. Від бруска відпилюють диск товщиною 2 см, на торець диска наносять грибницю, а диск прибивають цвяхами.

При замочуванні із субстрату вимиваються легкорозчинні у воді речовини. З одного боку, це до деякої міри знижує його засвоюваність для гливи, але з іншого - видаляються живильні речовини, які для мікроскопічних грибів гливи набагато важливіше. При вологості субстрату близько 15 % для його зволоження буде потрібно 3-4 тис літрів води на 1 тону.

Субстрат для вирощування гливи готується з соломи злакових рослин, таких як ячмінь, жито, просо або пшениця. До соломи можна додавати кукурудзяні качани, стебла рису або бавовняні відходи.

Для знезараження субстрату і гарного приживання міцелію, субстрат необхідно прогріти при температурі 60-80 градусів. Існує кілька способів термічно обробити рослинний субстрат:

- замочити в гарячій воді;
- провести ступінчасту термічну обробку;
- ферментація;
- замочування

Найпростішим методом є замочування в гарячій воді соломи і відходів. Субстрат замочують на добу, щоб досягти часткового руйнування клітинної структури і сформувати лігнін, відповідний для міцелію. Замочують соломку в металевих ємностях або запарюють в спеціальному кормозапарника при температурі 50-60 градусів. Наступним етапом підготовки субстрату є термічна обробка. В природних умовах глива не росте на субстраті, який використовують

для її штучного створення . Тому що в природі на субстраті будуть швидко розвиватись цвілеві гриби та інші мікроорганізми. Більшість з них являється шкідниками для гливи, поглинають живильні речовини, перешкоджають розвитку грибниці й утворенню плодового тіла. Тому при вирощуванні у штучних умовах намагаються перешкоджати розвитку грибів - шкідників.

Наведемо два методи попередньої обробки субстрату, стерильний і не стерильний. Штучне вирощування почали з застосування стерильного методу, який був запатентований у 1966 році.

Стерильний метод. На зволожений субстрат діють високими температурами й тиском, завдяки чому гинуть всі мікроорганізми, що перешкоджають розвитку гриба. Температура стерилізації майже 120 °С, а тиск 1,5 атм. Час стерилізації близько трьох годин. Потім субстрат охолоджують і вносять в нього міцелій.

Нестерильний метод. Більш доступний, та має багато варіантів. Температуру субстрату намагаються швидко підняти до рівня 60-70 °С, і витримати протягом 8-12 годин. При такій температурі відбувається процес пастеризації. Потім потрібно повільно охолоджувати субстрат до 45-50 °С. Процес конденсації проводять протягом 48-72 годин.

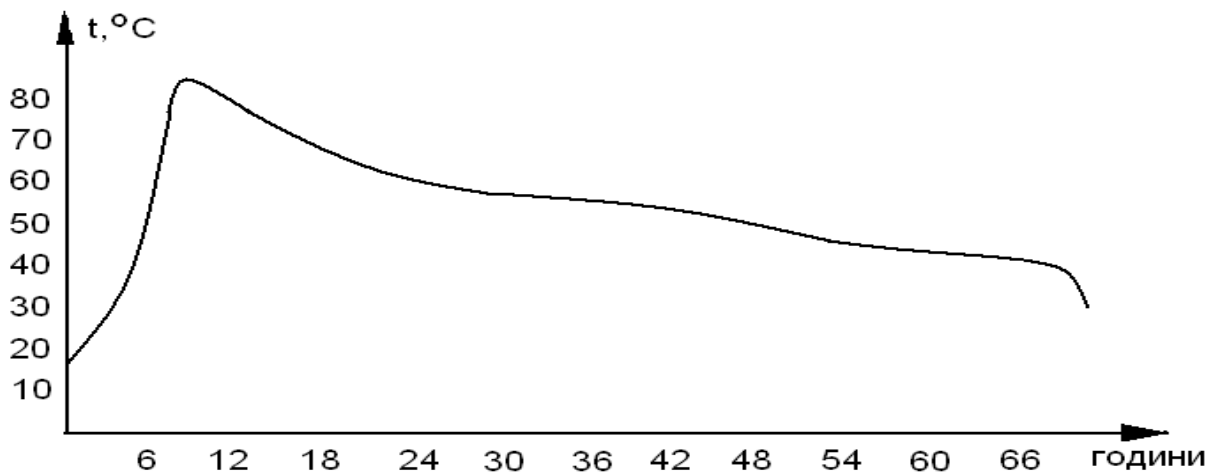


Рис. 2. Графік температурного режиму при ферментації соломи пшениці грибницею нестерильним методом.

Температуру регулюють співвідношенням подачі пари і повітря, а повітря подається через бактеріальний фільтр. Після ферментації субстрату, використовуючи штучне повітряне охолодження, доводять до температури 25-28 °С. Природне охолодження може викликати розвиток сторонньої мікрофлори.

Правильно приготовлений субстрат практично невразливий для плісені, шкідників гливи. Для більш ефективного замочування субстрат готують в металевих контейнерах з підведеною до них подачею пари.

Посадка грибниці (інокуляція). Після охолодження субстрату до кімнатної температури починають внесення грибниці. Ні в якому разі не варто починати інокуляцію при температурі субстрату вище 30 °С, тому що це призведе до

загибелі грибниці, хоча міцелій гливи може витримувати температуру вище 30 °С, але протягом короткого часу. Оптимальне значення кислотності вологи (рН) для росту гливи – 5-6, а вологість повинна становити – 70-80%.

Найбільш поширені технологічні конструкції вирошування гливи показано на рис. 3. Ця конструкція складається з рухомих сітчастих ємностей.

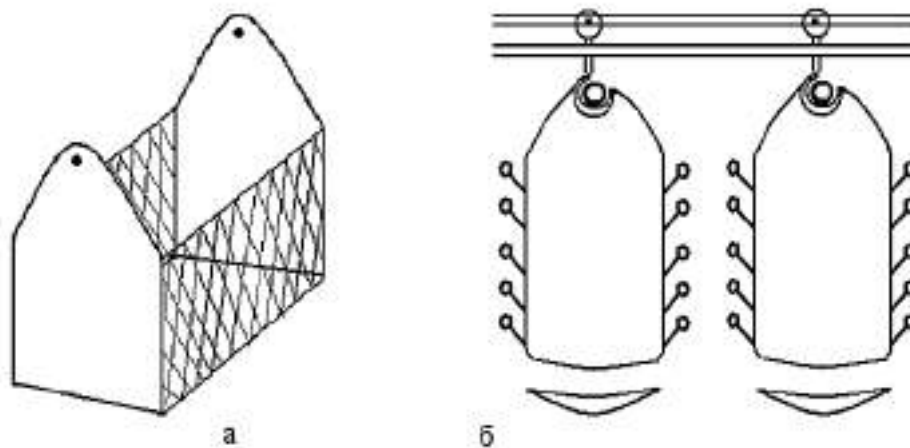


Рис. 3. Конструкції ємностей для вирошування грибів.

а) підвісний пристрій для вирошування гливи б) блок підвісних пристроїв

З інокульованого субстрату роблять технологічні лінії з підвісами висотою 2 метри, шириною 25-30 см і довільної довжини.

Вибір технічних засобів. При виборі технічних засобів автоматизації необхідно дотримуватися "Державної системи приладів" (ГСП), яка дозволяє утворювати необхідну структуру і забезпечити незалежну заміну окремих вузлів.

Таблиця 1

Технічні засоби автоматики

Контрольні параметри	Тип обладнання
«Сухий» і «зволожений» термометр в приміщенні Температура субстрату	ОВЕН «МНР51-Щ4»
Датчик рівня води	ДПУ-1М
Концентрація вуглекислого газу	ПКУ-4В
Тиск в ресивері компресора для утворення туману	ЕКМ-3
Електромагнітні клапани для творця туману	Двохпозиційний

Для системи автоматичного управління, яка проектується, при виборі технічних засобів, перевага необхідно віддавати тим засобам автоматизації, які входять в систему ГСП або приладів, параметри вхідних і вихідних сигналів яких узгоджені з комплексами цієї системи. На основі цих вимог вибираємо засоби автоматизації за технологічними процесами.

Вибрані засоби автоматики забезпечують необхідну надійність і якість регулювання, крім того ПКУ-4В і програмнологіческі контролери ОВЕН дозволяють швидко перепрограмування, з метою виробництва інших видів грибів. Програмний задатчик-регулятор має функцію самонастроювання, і може

контролювати різницю температур між навколишнім середовищем і температурою субстрату - забезпечить необхідне випаровування вологи з поверхні субстрату і гливи. Технічні характеристики приладів наведені в таблицях.

Таблиця 2

Технічні характеристики і умови експлуатації МПР51

Технічна характеристика	Значення
Номінальна напруга живлення	220В, 50Гц
Допустиме відхилення	-15...+10%
Споживана потужність	<6 Вт

Розробка електричної принципової схеми електроустановки. Схема управління робочими машинами повинна відповідати наступним вимогам (ручний і автоматичний режими роботи):

- Світлова сигналізація роботи машин і режиму роботи лінії;
- Захист електродвигуна, який призначена для приводу вентилятора;
- Захист компресорного устаткування;
- Блокування включення бактерицидної лампи з відкритим кожухом фільтра повітревода;
- Пуск машин контролю відповідних технологічних параметрів в певній послідовності:
 - Режим підтримки вологи: робота вентилятора - наявність тиску в ресивері - наявність води в резервуарі;
 - Підтримання температурного режиму: робота вентилятора – робота нагрівальних елементів або системи охолодження;
 - Знезараження зовнішнього повітря: відчинення засувки для доступу зовнішнього повітря через деякий час після включення бактерицидної лампи.
 - Захист засобів контролю температуро - вологісного режиму і концентрації вуглекислого газу;
 - Сигналізація критичного рівня води в баку для створення туману; можливість перевірки датчиків рівня пульта управління.

Проектування шафи управління. Пульт управління системи автоматизації виконує роль постів контролю, управління і сигналізації автоматизованого об'єкта. Крім того, на фасадних сторонах пульта розміщуються накладні написи, які пояснюють призначення окремих панелей пульта. При проектуванні пульта керуємося наступною нормативною документацією:

- ДСТУ 3451-96 Технічні засоби для розподілених автоматизованих систем керування технологічними процесами.;
 - ДСТУ Б А.2.4-16:2008 Автоматизація технологічний процесів.
- Зображення умовних приладів і засобів автоматизації в схемах.

На дверцятах шафи розташовані перемикачі, кнопкові станції, прилади світлової сигналізації, автоматичний вимикач кола управління, програмний задатчик-регулятор. Магнітні пускачі, теплові реле, реле часу розташовані на задній стінці шафи.

Для забезпечення вим огдо засобів автоматизації по точності, чутливості і

інерційності необхідно правильно вибрати закон регулювання регулятора. Для об'єкта, який розглядається в дипломному проекті, з коефіцієнтом передачі об'єкта $k_{об} = 0,2$ у/о (умовних одиниць) регулюючого органу, часом чистого запізнення ($\tau_{про} = 600$ с, постійної часу регуляції $\tau_{об} = 600$ с і наступними показниками перехідного процесу: максимальне динамічне відхилення в $1 = 3$ у/о, статистична помилка вуст $= 0,5$ с, час регуляції $t_p = 720$ с, перерегулювання з обуренням $= 0,3$ максимальне обурення за навантаженням $u_v = 30\%$.

Вибір пультів керування, апаратури захисту та керування електрообладнанням. Апаратуру захисту та керування вибираємо на прикладі для двигуна приводу вентилятора В2,3-130-8-01А.

Виходячи із номінальних характеристик $P_c=11$ кВт і $n_c=1450$ об/хв, вибираємо двигун типу АИР 132М4У2:з номінальними параметрами
 $P_n=11$ кВт; $n_n=1450$ об/хв; $I_n=22$ А; $I_{пуск} / I_n=7,5$.

Автоматичний вимикач для захисту електродвигуна вибираємо із умови:
 $U_{н.авт.} \geq U_{мер}$.

$U_{н.авт.}$ - номінальна напруга автоматичного вимикача, В $U_{мер}$ - напруга мережі, В

2. $I_{н.авт.} \geq I_{н.дв.}$

$I_{н.авт}$ - номінальний струм автоматичного вимикача, А

$I_{н.дв.}$ - номінальний струм двигуна, А

3. $I_{н.розч.} \geq I_{н.дв.}$

$I_{н.розч.}$ - струм вставки теплових розчіплювачів, А

4. $I_{відс.} \geq k_z \cdot k_{ру} \cdot k_{рс} \cdot k_i \cdot I_{н.дв.}$

$I_{відс.}$ - струм відсічки електромагнітних розчіплювачів, А

Вибираємо автоматичний вимикач типу АЕ-204610РУ3 триполосний, без вільних допоміжних контактів, без додаткових розчіплювачів, з регулюванням струму уставки теплових розчіплювачів.

$I_{н.ав} = 63$ А; $I_{уст.розч.} = 25$ А;

$I_{відс.} = 14 \cdot 25 = 350$ А;

$14 \cdot 25 \geq 1,1 \cdot 1,25 \cdot 1,2 \cdot 7,5 \cdot 22$

$350 \geq 272,3$

Умова виконується. Електромагнітний пускач вибираємо із умови:

1. $U_{пуск.} \geq U_{мер}$.

2. $I_{н.пуск.} \geq I_{н.дв.}$

3. $U_{кат.} = U_{кола кер}$.

Вибираємо електромагнітний пускач ПМЛ 210004В. $I_{н.мп.} = 25$ А, нереверсивний без теплового реле, ступінь захисту IP00 без кнопок. Вибираємо

низьковольтний комплектний пристрій Я5101-3474У2.

Для розподілу електроенергії в теплицях вибираємо розподільчий пункт ПР11-1077-21 УЗ.1 укомплектований 10 трифазними автоматичними вимикачами вибраного типу.

Висновок. У ході дослідження було виявлено, що впровадження автоматизованої системи електропостачання та управління вологістю в цеху вирощування грибів-глив може значно підвищити ефективність та енергоефективність процесу вирощування.

Встановлення спеціалізованого обладнання та розробка програмного забезпечення дозволить автоматизувати процеси контролю за електропостачанням та вологістю, забезпечуючи оптимальні умови для росту грибів-глив. Це не лише підвищуватиме якість та кількість продукції, але й буде сприяти зменшенню споживання електроенергії, та зниженню витрат на управління процесами вирощування.

Отже, впровадження автоматизованої системи є перспективним напрямком для вирішення проблем ефективності та сталості виробництва грибів-глив.

Список використаної літератури

1. Chemat F. et al. *Applications of Ultrasound in Food Technology: Processing, Preservation and Extraction. Ultrasonics Sonochemistry*. 2011. V. 18. P. 813–835.
2. Ercan S.S. and Soysal C. Use of ultrasound in food preservation. *Natural Sci*. 2013. V. 5.P. 5- 13
3. ДНАОП 0.00-1.32-2001 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок К. : Держспоживстандарт України, 2003. 56 с.
4. Скляр Р.В. Механізовані технології в виробництві сільськогосподарської продукції. Посібник-практикум Р.В. Скляр та ін. Мелітополь: Люкс, 2019. 303 с.
5. Болтянський Б.В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник Б.В. Болтянський та ін. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.
6. Цизь О. М. Культивування печериці двоспорової: субстрати, покривні суміші, агротехнологічні параметри отримання плодових тіл. К. : Центр уч. літ-ри, 2013. 156 с.
7. Болтянський Б.В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: Підручник для здобувачів вищої освіти закладів вищої освіти Б.В. Болтянський, О.Г. Скляр, Р.В. Скляр та ін. К.: Видавничий дім «Кондор». 2020. 410 с.

Дарина ПАВЛЮК, Андрій ДЯЧЕНКО²⁴
студенти 3 курсу,
Інженерно-технологічного факультету,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РОЗРОБКА МАЛОГАБАРИТОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ОБРОБІТКУ МАЛИХ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК

Анотація. Ця робота присвячена розробці малогабаритного енергетичного засобу, спрямованого на обробку малих земельних ділянок. Застосування такого засобу в сільському господарстві може стати ефективним рішенням для оптимізації робочих процесів та забезпечення максимальної продуктивності при обробці обмежених за площею земельних ділянок. У роботі розглядаються основні вимоги до такого енергетичного засобу, його конструктивні особливості та технічні характеристики. Проводиться аналіз можливих джерел енергії для руху та роботи даного засобу з урахуванням його малогабаритності та ефективності в експлуатації.

Ключові слова: Малогабаритний енергетичний засіб, обробка малих земельних ділянок, сільське господарство, ефективність обробки, технічні характеристики.

Annotation. This work is devoted to the development of a small-sized power tool aimed at cultivating small land plots. The use of such a tool in agriculture can be an effective solution for optimizing work processes and ensuring maximum productivity when cultivating limited land plots. The paper discusses the basic requirements for such an energy source, its design features and technical characteristics. Possible energy sources for the movement and operation of this vehicle are analyzed, taking into account its small size and efficiency in operation.

Key words: Small-sized energy vehicle, processing of small land plots, agriculture, processing efficiency, technical characteristics.

Вступ. В створенні матеріально-технічної бази в нашій державі значну роль грає сільське господарство, вчасності присадибні і садові ділянки, які мають основну роль в забезпеченні місцевих і сільських мешканців продуктами. Для ліквідації ручних робіт при обробці землі, для виключення важкої ручної праці при виконанні основних і допоміжних технологічних операцій в господарствах застосовуються міні-трактори і мотоблоки.

Механізація земельних робіт в садових і присадибних господарствах не досягла поки що потрібного рівня, що визиває великі затрати фізичних і матеріальних ресурсів на виробництві сільськогосподарської продукції. Деякі види сільськогосподарських робіт на садових та присадибних ділянках проводиться без застосування потрібної техніки, а це важка ручна праця.

²⁴Науковий керівник: Токарчук О.А. к.т.н., доцент, зав. кафедри Технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв.

В області механізації оброблення земель в присадибних ділянках розрізняють наступні основні напрямлення розвитку:

а) перехід на механізовані і автоматизовані технології виробництва сільськогосподарських робіт;

б) розробка і впровадження високоефективних універсальних міні-тракторів і мотоблоків;

в) застосування орних агрегатів для обробки землі;

г) застосування міні-косарок для скошування трави.

Найбільш важкою роботою в присадибному господарстві являється скапування землі. Сучасна технологія вирощування сільськогосподарської продукції передбачає зорювання землі однокорпусними лемішними плугами, які агрегуються з міні-тракторами і мотоблоками, а скошування трави з застосуванням міні-косарок.

Для посиленого впровадження цих технологій в присадибне і садове господарство необхідно створити не дуже дорогий агрегат, з застосуванням простих вузлів і механізмів.

Виклад основного матеріалу. Для повного задоволення потреб садових і присадибних ділянок і міні-техніці необхідно вирішити задачі направлені на вдосконалення міні-техніки і подальший розвиток прогресивних способів організації оброблення земель в присадибній ділянці.

Аналіз робіт на садових і присадибних ділянках показує, що істотний резерв його продуктивності – це скорочення часу на обробку. Відомо, що велика частина робіт в присадибному і садовому господарстві здійснюється вручну. Вивчення вітчизняного і зарубіжного досвіду обробітку земель в садових і присадибних господарствах показує доцільність застосування для цих цілей міні-тракторів і мотоблоків з використанням ґрунтооброблюючих і рослинно-оброблюючих агрегатів.

При впровадженні в практику народного господарства таких міні-тракторів може бути скорочено час обробітку ґрунту, а як наслідок скорочення кількості людей, які заняті в обробці земель, а також полегшення тяжкої ручної праці.

Широкі можливості подальшого підвищення ефективності застосування міні-тракторів і мотоблоків з різними прицепними засобами відкривається також при частковій спрощення процесів обробки земель, застосування змінних деталей і механізмів, а також прогресивних форм технології і організації процесу обробітку земель.[3]

В зв'язку з цим для зниження собівартості робіт міні-тракторів і мотоблоків з прицепними засобами дуже важливо позначити область їх раціонального використання, вибрати оптимальні параметри і схеми засобів, створити необхідні умови економічно виправданого їх застосування.

На долю малої механізації, в нашій країні, приходить великий об'єм різних сільськогосподарських робіт. В цьому об'єму сільськогосподарських робіт велика частина приходить на обробіток земель за допомогою міні-тракторів і мотоблоків.[5]

Номенклатура робіт за допомогою міні-тракторів і мотоблоків дуже

велика, це орання, культивуація, сівба, боронування, картоплесадження, догляд за посівами, скошування.

Основними напрямками вдосконалення мотоблоків з прицепними засобами являються:

- підвищення їх ефективності плавним чином в результаті збільшення їх продуктивності і зниження числа робочих;
- подальша спеціалізація окремих робіт.

Для більш повного задоволення потреб садових і присадибних господарств в мотоблоках з застосуванням різних прицепних засобів може бути пред'явлені окремі вимоги.

Самодільні мотоблоки, насамперед, повинні відповідати всім тим вимогам, які пред'являються до ідентичних мотоблоків заводського виготовлення, в тому числі по призначенню, безпечності і надійності в експлуатації, технологічності у виготовленні.[1]

Запропонований мотоблок можна виготовити самостійно із цілком доступним матеріалів (основні вузли і деталі від списаних сільськогосподарських машин).

Огляд конструкцій існуючих універсальних малогабаритних засобів:

В світі відомо більш ніж 600 марок різних мотоблоків. В країнах ближнього зарубіжжя розроблено поки що 10 марок. Найбільш масово налагоджений випуск мотоблоків МБ – 1 (Росія), МТЗ – 0,5 (Білорусь) і Супер – 610А (Грузія). В Україні розроблено мотоблоки М – 3, «Січ – Д», «Артанія».

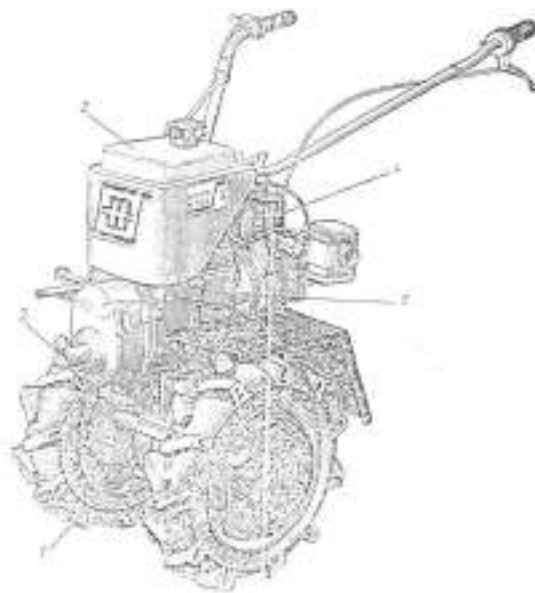


Рис. 1. – Мотоблок М – 3: 1 – конічний редуктор; 2 – вал відбору потужності; 3 – паливний бак; 4 – двигун; 5 – коробка передач

Мотоблок М – 3 представляє собою тягово-технологічний засіб для механізації робіт на садово-городніх ділянках, які агрегатуються з набором фрез для суцільної і міжрядкової обробки ґрунту, фронтальної косарки для скошування і прицепної універсальної рами для кріплення набору машин. Мотоблок М – 3 призначений для обслуговування садово-городніх і

присадибних ділянок розміром 12 – 16 соток.[2]

Мотоблок має коробку змінних передач оригінальної конструкції, яка забезпечує добрий доступ до огляду циліндричних шестерних передач, муфти зчеплення, приводу ВОМ. Двигун і первинний вал КПП розташовані поздовж прокольної від мотоблока осі. Крутний момент з вторинного вала КПП передається на проміжний вал і з нього на вал коліс за допомогою конічних зубчатих передач. В мотоблоці використовується універсальне зчеплення.

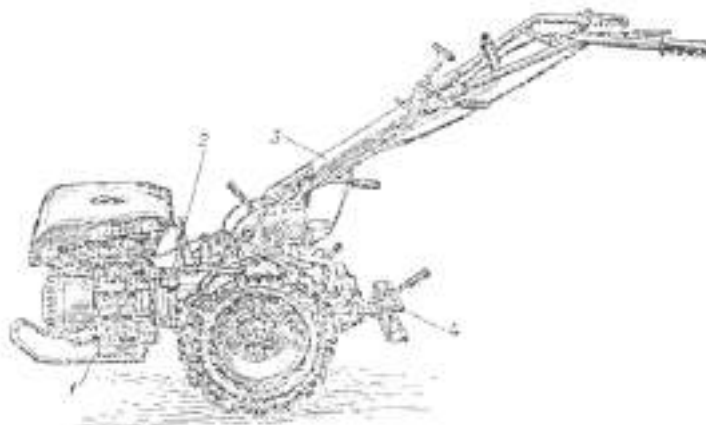


Рис. 2. – Мотоблок «Артанія»: 1 – двигун; 2 – коробка передач; 3 – штанга; 4 – прицепний засіб

Мотоблок «Артанія» (рис. 2) моделі МА200 призначений для механізації ручної праці при скошуванні природних сінокосів, оранні і культивуванні земельних ділянок, транспортуванні вантажів і інших сільськогосподарських робіт. Крім того, мотоблок може бути використаний для приведення в рух приладів і механізмів, призначених для прибирання вулиць, обприскування дерев, копання траншей і ям, обробки деревини і інше. Тип мотоблоку – самохідний з засобами для агрегування навісних і прицепних приладів.

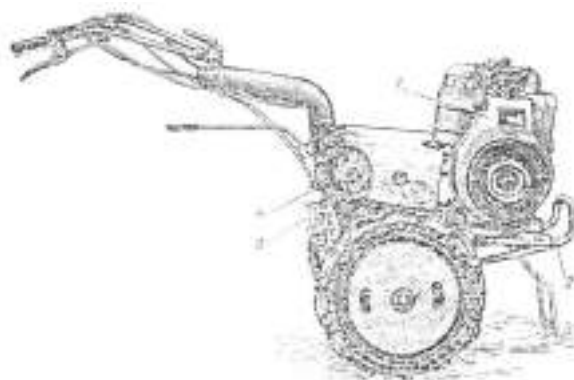


Рис.3. – Мотоблок «Січ – Д»: 1 – двигун; 2 – рама; 3 – коробка передач; 4 – вал відбору потужності

Мотоблок «Січ – Д» представляє собою одноосне, тягово-технологічний засіб. Розробник і виготовлювач ПО «Мотор-Січ» (м. Запоріжжя). На мотоблоці застосований двигун моделі СН – 6Д, одноциліндровий, повітряного

охолодження, чотирьохтактний. Двигун встановлений на підмоторній рамі за допомогою амортизаційних подушок. Одним кінцем рама кріпиться до корпусу коробки передач. На двигуні розміщена фрикційна багатодискова, суха, постійно замкнута муфта зчеплення з одноручейковим шківом.[4] З шківів момент за допомогою клинопасової передачі передається на одноручейковий шків коробки зміни передач. КПП представляє собою редуктор шестерний трьохрежимний. Крутний момент від КПП до привода коліс здійснюється двохрядним ланцюгом. Привід коліс обладнаний двома муфтами шарикового типу, що дозволяє відключати привід на праве або ліве колесо.

Технічні характеристики мотоблоків М – 3, «Січ – Д» і «Артанія» приведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Технічна характеристика мотоблоків

Показник	М – 3	«Січ – Д»	«Артанія»
Габаритні розміри, мм			
довжина	1000	1860	1855
ширина	450	700	565
висота	1000	1050	700 – 1400
Маса, кг	54	140	140
Швидкість, км/год.			
I передача	3,3	5	1,5
II передача	11,1	10	3,5
задній хід	-	2,5	1,7
Колія, мм	350	500	340 – 480
Дорожній просвіт, мм	140	180	160
Двигун:			
модель	МД – 3	СН – 6Д	132432 (виробник корпорація «Бригс і Стретон», США)
тип	одноциліндровий, чотирьохтактний, карбюраторний	дизельний, одноциліндровий, чотирьохтактний, повітряного охолодження	чотирьохтактний, бензиновий
Потужність, кВт	2,2 (3)	4,4 (6)	3,7 (5)

Охорона навколишнього середовища:

Стан зовнішнього середовища в господарстві.

Охорона природи – система міри, яка направлена на підтримку раціональної взаємодії між діяльністю людини і зовнішнім природним середовищем, яка забезпечує збереження і встановлення природних багатств. Раціональне використання природних багатств, природних ресурсів, яке попереджує прямий і непрямий шкідливий вплив результатів діяльності суспільства на природу і здоров'я людини.

Охорона зовнішнього середовища являється частиною планів економічного і соціального розвитку народного господарства.

Атмосфера являється зовнішньою газовою оболонкою Землі, яка

досягається від її поверхні в космічний простір приблизно на 3000 км. Атмосфера – це суміш різних газів. В її склад входить – 78,08% азоту, 20,9% кисню, 0,93% аргону, 0,03% вуглекислого газу. На частину інших газів (гелій, метан, ксенон, родон і інші) приходиться приблизно 0,01%.

Найбільш значними забруднювачами повітря являються викиди, які утворюються при роботі різних видів транспорту в частоті автомобілів, тракторів і мотоблоків. Відпрацьовані гази мають шкідливі домішки. Гази від бензинових і дизельних двигунів мають приблизно такий склад: вуглекислий газ – 9 і 0,9%, оксид вуглеводу – 4 і 0,1%, кисню – 4 і 9%, альдегідів – 0,004 і 0,002%, сірчаного газу – 0,006 і 0,02% - всього близько 200 компонентів. Особливу небезпечність для зовнішнього середовища представляють канцерогенні з'єднання, в частоті такі високотоксичні речовини, як 3,4-бензапирин і свинець. Підраховано, що з вихлопними газами в атмосферу попадає 25 – 27% свинцю, які є в паливі. Причому 40% свинцю викидають двигуни і мають діаметр менше 5 мкм, вони можуть довгий час знаходитись в повітрі і проникати, разом з повітрям в організм людини. Окиси сірки і азоту, сажі, яка попадає в атмосферу під дією різних факторів, які з'єднують з атмосферною вологістю і утворює дрібні краплі сірки і азотної кислоти, які переносяться у вигляді кислотних дощів.

Для того, щоб викиди були в межах норми, ми повинні своєчасно регулювати карбюратор і паливний насос високого тиску на дизелях.

Для очистки вихлопних газів використовуємо фільтр. Найбільш простими і ефективними в роботі є фільтр-самоуловлювач з активною стільниковою накладкою. Фільтр представляє собою стільникову конструкцію з осередками прямокутного перетину.

Матеріал фільтру має такі властивості:

- а) достатня механічна міцність;
- б) стійкість до агресивних засобів;
- в) опір до плавлення;
- г) термічна стабільність.[6]

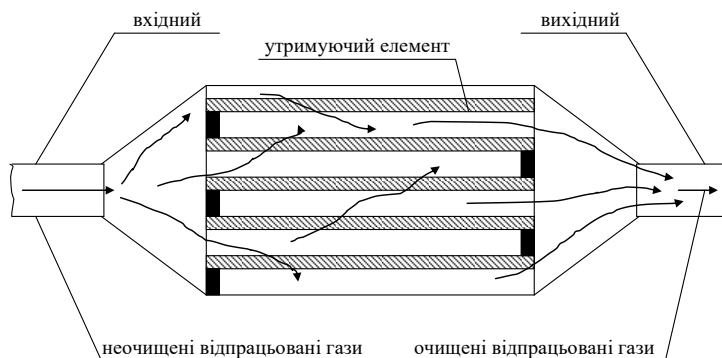


Рис. 4. Схема фільтра

Частинки, які накопичувались в фільтрі необхідно періодично видаляти термічним окисленням. Сажоуловлювачі дизельних двигунів повинні забезпечувати ресурс 10000 км при незначному збільшенні гідравлічному опорі,

що забезпечується періодичним очищенням фільтра.

При заправці мотоблока горючі-змащувальні матеріали попадають на землю і шкідливо впливають на неї: лишають мікробіологічні процеси в землі, руйнують структуру, забруднюють воду. Тому горючі-змащувальні матеріали зберігаємо в щільно закритих ємкостях. Потрібно своєчасно проводити технічний огляд і технічне обслуговування усувають різні підтікання горючо-змащувальних матеріалів.

Заправку і технічне обслуговування універсальної малогабаритної машини проводимо на спеціально відведеній для цього площадці, подалі від криниці. Площадка повинна бути асфальтована, обладнана стоком для води, тому що, на цій же площадці ми будемо проводити мийку машини.

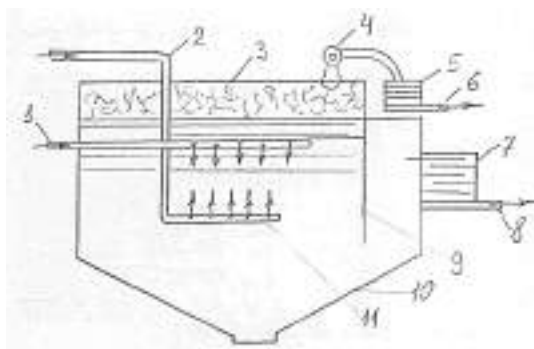


Рис. 5. – Схема пневматичної флотаційної установки: 1 – трубопровід; 2 – повітропровід; 3 – кришка; 4 – вентилятор; 5 – піноуловлювач; 6 – прийомник очищеної води; 8 – трубопровід; 9 – перегородка; 10 – флоратор; 11 – насадка.

Для проведення ТО повинен бути простий уловлюючий пристрій для паливно-змащувальних матеріалів. Ним може бути невелика ємкість наповнена піском. Відпрацьовані паливно-змащувальні матеріали збираємо в спеціальну ємкість і віддаємо на регенерацію.

В місці стоку води із площадки ставимо флотаційну установку, для очищення води від домішок масел.

Широке впровадження інтенсивних і індустріальних технологій, використання в значних кількостях мінеральних добрив, ядохімікатів веде до порушення і забруднення навколишнього середовища. Впровадження інтенсивних технологій обробіток сільськогосподарських культур зв'язано з охороною ґрунту від водної і вітрової ерозії. В зв'язку з цим при роботі на схилах застосовуються захисні прийоми обробки ґрунту (обробка поперек схилів, щільювання, безвідвальна оранка).

Рекомендації по покращенню природоохоронної роботи.

Для покращення природоохоронної роботи в господарстві, рекомендуємо:

- а) заправку мотоблока проводити на спеціальних площадках;
- б) для очистки стічних вод встановити флотаційну установку;
- в) для очистки відпрацьованих газів встановити фільтр – сажоуловлювач;
- г) для зменшення ерозії ґрунту проводити протиерозійну обробку ґрунтів;
- д) виділяти грошові засоби на охорону природи.

Висновки. Мотоблок, який розробили відрізняється від подібних мотоблоків, простою конструкцією, простою обслуговування і надійністю в роботі. В даній статті розроблений мотоблок, який порівняно з іншими має меншу вартість. В мотоблоці застосовуються прості вузли і механізми, які легко знімаються і їх можна замінити новими у випадку поломки.

Передбачені в проекті міроприємства значно покращують санітарно-гігієнічні умови праці, а також забезпечують їхню безпечність.

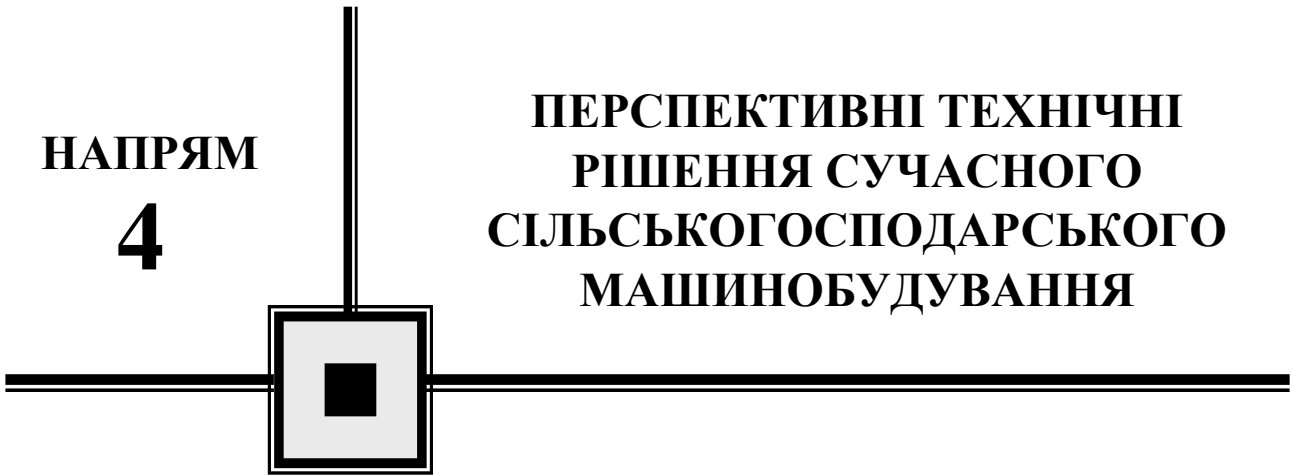
Список використаної літератури

1. Агулов І.І., Вознюк Л.Ф., Левчій О.В. Довідник з технічного обслуговування сільськогосподарських машин - К.: Урожай, 1989 – 256 с.
2. Аніферов Ф.Є., Єрошенко Л.І., Теплинський О.О. Машини для садівництва - 2-е изд. перераб. і доп. - Л.: Агропромиздат, 1990 - 2-е изд. перераб. і доп. 304 с.
3. Березовський Ю.М., Чернилевський Д.В., Петров М.С. *Деталі машин.* Під ред. Бородіна Л.Л. - М.: Машиностроение, 1983 - 384 с.
4. Большаков М.М. *Охорона праці в сільському господарстві* - М.: Колос, 1978 - 237 с.
5. *Навколишнє середовище та його охорона.* Навч. посібник / Б.Г. Будіян, В.А. Дерев'янко, А.І. Кривумченко. - К.: Вища школа, 1993 р. - 227 с.
6. Верховцев А.Г., Лютов К.П. *Практичні поради майстру-аматору* - Л.: Енергоатоміздат, 1988 р. - 207 с.

НАПРЯМ

4

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ СУЧАСНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ



Юлія ЗЕЛІНСЬКА¹,
студентка 3 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РОЗРОБКА СФЕРОДИСКОВОГО СОШНИКА ДЛЯ СМУГОВОГО ПОСІВУ

Анотація. Розглядається питання створення нових робочих органів агрегатів для смугового посіву сільськогосподарських культур. Зазначено перспективність способу смугового посіву в умовах сучасних мінімальних технологій обробітку ґрунту, який дозволяє більш раціонально використовувати площу поля, розширюючи зони живлення рослин, підвищуючи цим врожайність сільськогосподарських культур.

Для реалізації смугового посіву запропоновано сферодисковий сошник, що складається з косо поставленого сферичного диска великого діаметра та дефлекторного розкидача, що створює борозну еліптичного профілю. Запропонований робочий орган здійснює смуговий посів шириною понад 200 мм, що на порядок більше смуги розсіву типового дводискового сошника зернової рядкової сівалки.

Ключові слова: технології, обробіток ґрунту, посів, сошник, робочий орган, врожайність, ефективність, лезо, розсіювач.

Annotation. The issue of creating new working bodies of units for strip sowing of agricultural crops is under consideration. The perspective of the method of strip sowing in the conditions of modern minimal tillage technologies is indicated, which allows more rational use of the field area, expanding the zones of plant nutrition, thereby increasing the yield of agricultural crops.

For the implementation of strip sowing, a spherical disk coulter is proposed, consisting of an obliquely placed spherical disk of large diameter and a deflector

¹Науковий керівник: к.т.н., доцент Руткевич В.С., кафедра машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

spreader, which creates a furrow with an elliptical profile. The proposed working body carries out strip sowing with a width of over

200 mm, which is an order of magnitude larger than the sowing width of a typical two-disc coulter of a grain seed drill.

Keywords: *technologies, tillage, sowing, coulter, working body, yield, efficiency, blade, spreader.*

Вступ. Підвищення врожайності та ефективності вирощування зернових культур вимагає переходу до технологій точного і розкидного посіву та розроблення відповідних нових робочих органів та засобів механізації [1].

Розробка сівалок нового покоління, здатних забезпечувати рівномірність розподілу насіння за площею живлення, стає в даний час актуальним завданням вітчизняної землеробської науки. Проблемою розкидної сівби є відсутність відповідних робочих органів – сошників. Розробка таких робочих органів виявляється складною задачею, так як вимагає змін переваг, що склалися традиційно у рослинництві [1, 2].

Виклад основного матеріалу. Для ресурсозбереження процесів обробки зернових культур необхідні посівні комплекси, які проводять за один прохід підготовку ґрунту та посів. Вони відрізняються найбільшою продуктивністю, але і великою металоємністю, габаритами та енерговитратами. Для зниження витрат перспективними є одно машинні посівні комплекси з універсальним робочим органом, здатним за один прохід виконати операції підготовки ґрунту та посіву [3].

Існуючі комплекси проводять головним чином рядовий посів і не можуть проводити якісний смуговий посів через відсутність потрібних сошників.

Сошники, що застосовуються нині для смугового посіву, лапові з під лаповим розподільником і дискові – плоскі, конічні та сферичні поки що недосконалі. Лапові, мають схильність до забивання та підвищену енергоємність, дискові не мають якісного розподільника - розкидача насіння по ширині борозни [1-3].

У дискових сошниках доцільно застосовувати сферичні диски, які добре зарекомендували себе в дискаторах і дискових боронах.

Сферодиск може успішно виконувати функції сошника при смуговому посіві зернових з розподілом насіння по площах живлення, якщо забезпечити його розкидачем насіння шириною борозни. Це рішення – використовувати сферичний диск – має великі резерви та перспективу.

Смуговий посів зернових культур вважається вигідною альтернативою нині домінуючому рядковому посіву, але поки, що не може виконуватися існуючими сошниками.

Для смугового посіву зернових культур потрібен новий сошник, який повинен задовольняти агровиимогам: сошник має розподіляти насіння смугою шириною до 200 мм та глибиною загортання 3-6 мм; сошник має працювати на неокультурених агрофонах; конструкція повинна складатися із надійних перевірених рішень; конструкція має бути пристосована до масового виробництва; конструкція повинна бути простою в регулюванні та

обслуговуванні.

Створення нового із типових деталей старого несе ознаки технічного протиріччя. Вирішення таких завдань здійснюється евристичними методами. Застосуванням евристичних методів вдалося розробити вдосконалену конструкцію сошника, яка б задовольняла всім суперечливим вимогам. Пропонується конструкцію сошника будувати на базі сферичного диска дискатора, який добре зарекомендував себе в сучасній ґрунтообробці. Сферодиски в даний час масово випускаються різних типів і розмірів, технологія їх виготовлення добре відпрацьована.

Інновацією конструкції є додавання дефлекторного розподільника для смугового розкиду насіння. Дефлекторний розкидач – перевірена конструкція, що добре зарекомендувала себе у розкидачах добрив та обприскувачах.

На рис.1 наведено 3D-креслення нового сошника, названого сферодисковим.

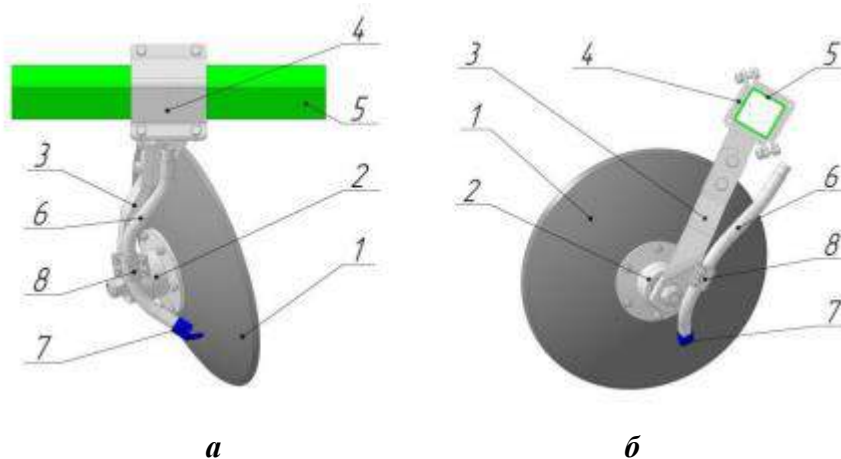


Рис.1. Сферодисковий сошник для смугового посіву

а – вид зпереду, б – вид збоку, 1 – сферичний диск, 2 – підшипник, 3 – стійка, 4 – підрезинений кронштейн, 5 – рама, 6 – насіннепровід, 7 – розподільник, 8 – кріплення насіннепровода

**Джерело: сформовано автором*

Сферодисковий сошник складається з косо поставленого сферичного диска 1 від дискатора, що встановлюється на підшипнику 2 на стійці 3 класу Ж (кут атаки α і нахилу β не рівні нулю). Стійка 3 кріпиться до бруса рами 5 кронштейном 4 з хомутом через гумові прокладки. На стійці кріпиться зажимами 8 насіннепровід із звивистої трубки. І найголовніше – на виході насіннепровода закріплений дефлекторний розподільник 7.

Загалом конструкція проста, складається з 7 деталей та вузлів. Максимально уніфікована: із 7 одиниць уніфікованими з дискатором 4 одиниці: сам диск, підшипниковий вузол, стійка, кронштейн. Стандартичним є також гофрований насіннепровід 6.

Технологічний процес посіву таким сошником (рис. 2) здійснюється так:

- перед початком роботи рама сівалки опускається і встановлюється глибина заглиблення кромки диска в ґрунт, що дорівнює глибині загортання насіння.

- під час руху сівалки її рама 5 рухається горизонтально і сферичний

диск 3 отримує обертання. Він гострою кромкою вирізує з ґрунту пласт, розпушує його і зміщує убік, утворюючи досить широку борозенку. Насіння з насіннепроводу падає на розподільник 7 типу дефлектора, відскакують від нього і розсіюються на ширину борозни, доки вона залишається відкритою.

- після розсівання ґрунт з диска частково обсіпатиметься і закриватиме висіяне насіння; так проводиться закладення насіння.

- борозна зашпаровується прикочуючими катками, що рухаються по заду.



Рис. 2. Технологічна схема роботи сферодискового сошника

**Джерело: сформовано автором*

Весь процес розбивається на ряд етапів – фаз, що відрізняються. Головні з них: утворення борозенки та валка; засипання насіння у відкриту борозенку; закриття борозенки осипанням валка та рух зерна по насіннепроводу та відскок від дефлектора розподільника. У таблиці 1 наведено перелік технологічних етапів під час роботи запропонованого сошника.

Таблиця 1

Технологічні етапи роботи смугового посіву дисковим сошником

Найменування операції	Виконавчий елемент
1. Формування борозенки	Передня поверхня косо поставленого диска
2. Ущільнення посівного ложа	Задня поверхня косо поставленого диска
3. Підрізання рослинних залишків	Леза сферичного диска
4. Бокове переміщення ґрунту з утворенням бічного валка	Передня поверхня косо поставленого диска
5. Розподіл насіння на ширину смуги	Розсіювач
6. Закладення ґрунтом, вирівнювання	Осіпання бічного валка в борозну

**Джерело: сформовано автором*

Через наявність розкидача на полі утворюється смуги висіяного насіння. Ширина розсіву виходить значно більше, ніж у рядкового посіву. Для нормального ходу висіву на всю ширину борозни необхідно виконувати умову: насіння має падати на ґрунт у момент, коли борозна залишається відкритою. Це

вимагає налаштування положення сопла насіннепроводу щодо диска; його розташування стає важливим параметром сошника.

Сформуємо систему параметрів сошника, які впливають на процес смугового посіву. Як випливає з рис. 3, система параметрів сошника, значущих якості його функціонування, повинна включати параметри диска, насіннепроводу, розподільника та його взаємне розташування (орієнтацію).

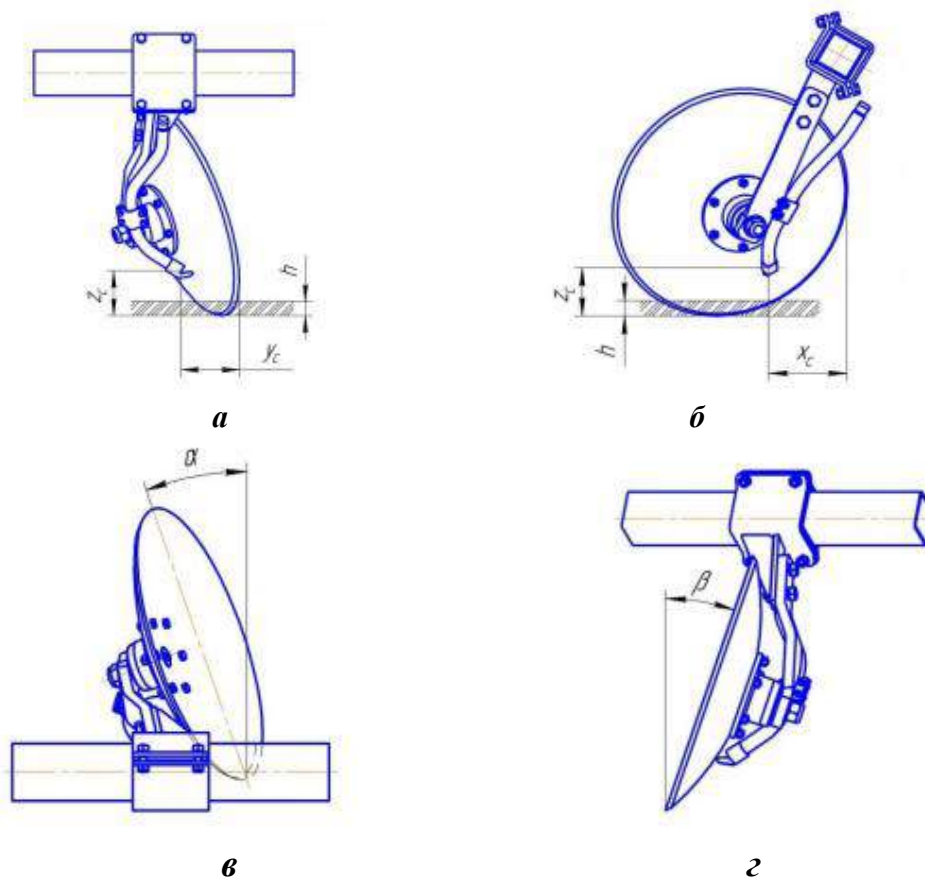


Рис. 3. Проекції сферодискового сошника

*а – вид ззаду по осі Y; б – вид збоку по осі X; в – вид зверху по осі Z (α – кут атаки);
г – вид у площині диска (β – кут нахилу)*

**Джерело: сформовано автором*

Агротехнічні вимоги, що ставляться до сферодискового сошника:

- для забезпечення капілярного припливу вологи до насіння дно борозни має бути ущільнене.
- вологі нижні шари ґрунти не повинні вивертатися на поверхню.
- траєкторія польоту насіння з розсіювача має узгоджуватися з розмірами посівного ложа.

Розглянемо фактори, що впливають на працездатність сферодискового сошника під час здійснення смугового посіву (таблиця 2).

Наявність великої кількості факторів моделі створює певні труднощі для дослідника, тому проведемо варіювання факторів. Не будемо варіювати діаметр диска і радіус його сфери, і обмежимося одним сортом насіння з вологістю близько 22 % [4, 5].

Після верифікації факторів, як керовані параметри залишаємо: кут

афронтальності α ; кут нахилу диска β ; швидкість руху V ; глибину ходу h ; висоту сопла насіннепроводу над поверхнею ґрунту H_c ; бічне зміщення сопла Y_c [5].

Повна факторна модель функціонування сферодискового сошника набуває вигляду:

$$Y = f(\alpha, \beta, V, h, H_c, Y_c). \quad (1)$$

Таблиця 2

Фактори, що впливають на працездатність сферодискового сошника

	Фактори	Розмірність
1.	Діаметр D і радіус сфери диска ρ	см
2.	Кут орієнтації сферичного диска: - кут афронтальності (атаки) α - кут нахилу диска β	- -
3.	Норма висіву Q	г/м ²
4.	Швидкість руху V	м/с
5.	Глибина посіву h	мм
6.	Фізико-механічні властивості ґрунту: - щільність ґрунту ρ - вологість ґрунту w	кгс/см ² %
7.	Фізико-механічні властивості насіння: - розміри, m - коефіцієнт тертя k	мм -
8.	Параметри насіннепроводу, що впливають на швидкість викидання насіння в борозну V_c	м/с
9.	Розміщення сопла насіннепроводу відносно диска Y_c	мм
10.	Висота сопла насіннепроводу над поверхнею ґрунту H_c	мм
11.	Параметри дефлекторного розкидача на насіннепроводі: - довжина пластини L - кут орієнтації пластини ψ	мм -

*Джерело: сформовано автором

Інші фактори приймаємо як контрольовані. Повна факторна модель процесу функціонування наведено на рис. 4.

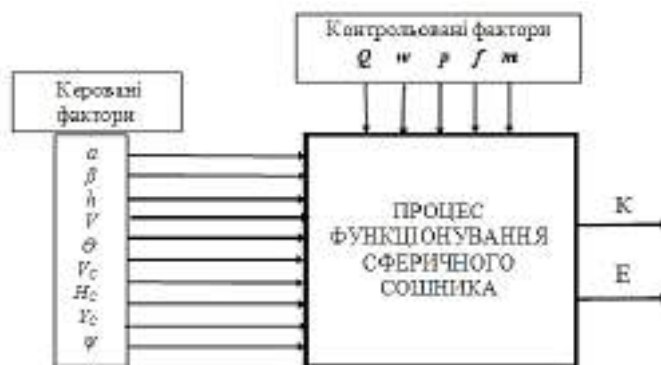


Рис. 4. Факторна модель функціонування сферодискового сошника

*Джерело: сформовано автором

Відгуками Y факторної моделі повинні бути якісні та енергетичні показники роботи сферодискового сошника, тобто.

$$Y = [K, E]. \quad (2)$$

Якісний показник повинен відображати зміну площі живлення. Енергетичний E повинен відображати витрати енергії на протягування сошника по борозні. Вираз для дослідницької факторної моделі набуде вигляду:

$$[K, E] = f(\alpha, \beta, V, h, Hc, Yc). \quad (3)$$

Загальна вимога до факторної моделі - вона не повинна суперечити причинно-наслідковій картині процесу та обрані фактори повинні бути незалежними і вимірюваними.

Висновки. Аналіз роботи сферодиска, як сошника показує, що весь процес висіву складається з низки етапів, що принципово відрізняються за фізикою явища, має різні розрахункові схеми і вимагає різні підходи при побудові теоретичних моделей. Розроблено факторну модель функціонування сферодискового сошника, що дозволяє на початковому етапі проєктування обґрунтувати та визначити основні параметри робочого органу.

Список використаної літератури

1. Адамчук В.В., Онищенко В.Б., Ратушний В.В. Обґрунтування параметрів сошника машини для підживлення посівів озимих культур. *Механізація та електрифікація сільського господарства: між від. темат. наук. зб.* 1991. Вип. 73. С. 29–31.
2. Труханська О.О. Дослідження впливу конструктивних параметрів робочого органу ґрунтообробної машини на енергомісткість та якість обробітку ґрунту *Вібрації в техніці та технологіях*. 2023. № 1 (108). С. 104–109.
3. Васильченко В., Ткаченко О., Воронцова Н. Сошники зернових сівалок: особливості будови та типорозміри. *Агроном*. 2010. № 4. С. 140–146.
4. 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.
5. Войтюк Д.Г., Барановський М.В., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.

Назар ГАЛЬОМКО²,
студент 2 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ МАТЕРІАЛУ ПОКРИТТЯ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН: АНАЛІЗ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ

***Анотація.** У цій роботі досліджувалася вплив матеріалів покриття на їхню зносостійкість у контексті застосування в ґрунтообробних машинах. Для аналізу використовувалися покриття з різних матеріалів, зокрема сталей 20Х13, 30ХГСА, 65Г, 51ХФА. Виявлено, що покриття зі сталі 20Х13 виявили найкращі результати з відносною зносостійкістю на 2-5 разів вище, ніж у покриттів з інших матеріалів.*

***Ключові слова:** ґрунтообробна техніка, технічне обслуговування, обробіток ґрунту, металізація.*

***Annotation.** In this work, the effect of coating materials on their wear resistance in the context of use in earthmoving machines was investigated. Coatings made of various materials were used for the analysis, in particular, steels 20X13, 30XHSA, 65G, 51XFA. It was found that coatings made of 20X13 steel showed the best results with relative wear resistance 2-5 times higher than that of coatings made of other materials.*

***Key words:** tillage technology, maintenance, tillage, metallization.*

***Вступ.** У сільськогосподарському секторі України використовується понад 33,14 млн га ріллі [1-3]. Щорічно виробляється значна кількість запасних частин для підтримки працездатності сільськогосподарської техніки. Потреба у робочих органах для плугів та інших ґрунтообробних машин українського сільськогосподарства є значною, але не піддається точній оцінці. Протягом 2017 року в Україні спостерігався пік продажу тракторів та сільськогосподарської техніки іноземного виробництва, але згодом ринок зменшився на 40%. Тим часом, вітчизняна техніка зазнавала підйому завдяки лізинговій програмі, запровадженій урядом.*

Іноземна техніка в Україні експлуатується на межі своїх можливостей, щорічне навантаження на трактор може досягати 10-15, а іноді і 20 тис. мотогодин, інтенсивному зносу піддаються і різні сільськогосподарські агрегати, зокрема машини для обробітку ґрунту [1]. Використання сучасних тракторів зі збільшеною масою та робочими швидкостями призводить до інтенсивного ущільнення ґрунту, що підсилюється складними погодними умовами. Це призводить до збільшення навантаження на робочі органи ґрунтообробних машин і зменшує їхню зносостійкість.

У зв'язку з цим стає актуальною задача зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин швидко та за доступною ціною. Нанесення

²Науковий керівник: Телятник І.А. асистент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

зносоустійких покриттів з легованих порошкових дротів (ПД) за допомогою обладнання дугової металізації (ДМ) вважається ефективним методом для досягнення цієї мети [1-3].

Виклад основного матеріалу. При відвальній обробці ґрунту енергоємність процесу значно зростає через затуплення робочих органів внаслідок абразивного зносу [1,2]. Абразивне зношування є основним фактором, який обмежує ресурс машин, включаючи сільськогосподарські машини [1,2].

Робочі органи ґрунтообробних машин (лемеші, культиваторні лапи, диски) повинні мати підвищену зносоустійкість, що вимагає високих вимог до матеріалу та технології їх виготовлення [1,2]. Зарубіжні робочі органи, які мають твердість HRC 50-60, вважаються найбільш зносоустійкими, хоча вітчизняні виробники поки не досягли таких показників. Отже, необхідно зосередитися на технологіях зміцнення зношених робочих органів [1,2].

Абразивне зношування робочих органів сільськогосподарських машин є основним і відбувається через пластичне деформування матеріалу під впливом твердих частинок, що робить його непридатним для використання [2]. Фізико-механічні явища, що відбуваються в активному шарі матеріалу під час абразивного зносу, включають пружні деформації та вищерблення [2].

Враховуючи складність цих процесів, необхідно знати їх класифікацію та природу, щоб правильно вибрати технології відновлення та зміцнення зношених робочих органів [1-3].

Види зношування	Механічні
	Абразивне
	Гідроабразивне (газоабразивне)
	Гідроерозійне (газоерозійне)
	Кавітаційне
	Втомлюване
	Прифретинг
	Адгезійне
	Корозійно-механічне
	Окислюване

Рис.1. Класифікація видів зношування.

Пластична деформація кристалічних зерен при абразивному зношуванні призводить до зміщення їх під впливом зростаючих напруг, що багаторазово повторюються і в результаті може спричинити руйнування поверхневого шару.

Пластична деформація також може призводити до зміцнення поверхневого шару за умови, що температура нижче температури рекристалізації [1-3].

Наразі існують дві моделі, що пояснюють процес абразивного зношування з відмінними механізмами взаємодії абразивних частинок з поверхнею металу:

Механохімічна модель, де руйнування поверхневого шару відбувається через пластичне деформування мікроб'ємів та їх окислення з наступним руйнуванням окислів.

Механічна модель, де відбувається впровадження абразивних частинок та руйнування поверхневих об'ємів без відділення частинок основного металу або зняття мікростружки.

Механохімічна модель абразивного зносу включає такі фази: механічний контакт, пружно-пластичну деформацію, активацію, миттєву пасивацію та руйнування вторинних структур під дією механічного впливу. Товщина вторинних структур може змінюватись від 0,01 до 0,05 мкм залежно від типу ґрунту, вологості та рН [2].

Механічна модель абразивного зносу включає механічний контакт, пружно-пластичну деформацію, впровадження абразивних частинок та руйнування поверхневих об'ємів без відділення частинок основного металу або зняття мікростружки.

Основний чинник, що впливає на абразивний знос робочих органів ґрунтообробних машин, - це вміст абразивних матеріалів, таких як кварцовий пісок, у ґрунті. Наприклад, якщо прийняти величину абразивного зносу на глинистих ґрунтах за 1,0, то на піщаних ця величина буде складати 1,5, на суглинках - 1,9, на супісках - 2,3 [2,3].

Зі збільшенням вологості ґрунту і фракції абразиву (0,25-1,00 мм), величина зносу збільшується на 25-50%.

Досліджено, що зі збільшенням вологості суглинних і глинистих ґрунтів значення коефіцієнта тертя ґрунту по шліфованій сталі зростає, а після досягнення максимального значення зменшується. При цьому чим важчий механічний склад ґрунту (з більшим вмістом глинистих частин), тим більше значення коефіцієнта тертя ґрунту у вологому стані по сталі.

Збільшення значення коефіцієнта тертя на глинистих і суглинних ґрунтах зі збільшенням вологості пояснюється зростанням сил міжмолекулярної взаємодії частинок ґрунту зі сталеву поверхнею, а зниження після переходу максимуму - появою на поверхні контакту вільної води, яка виконує роль «мастила». Межі зміни коефіцієнта тертя піщаних ґрунтів по сталі ще не досліджені достатньо, тому вони є гіпотетичними.

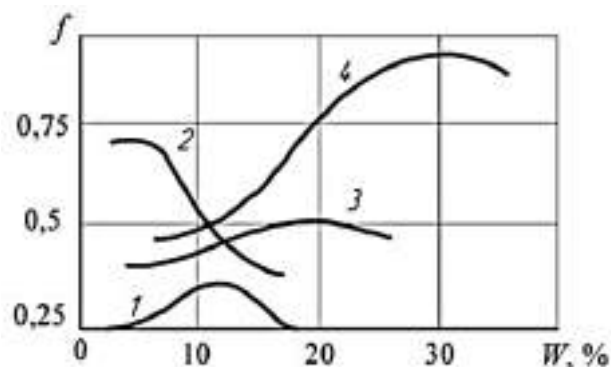


Рис. 2. Зміна коефіцієнта тертя і ґрунту по сталі в залежності від вологості [3]:
1 – піщаний ґрунт; 2 – супіщані ґрунти; 3 – середній суглинок; 4 – важкі суглинки і глини.

Підвищення вологості пухких піщаних ґрунтів від гігроскопічної до максимальної капілярності призводить до досягнення максимального значення коефіцієнта тертя. Подальше збільшення вологості спричиняє зменшення коефіцієнта тертя [3]. Це пояснюється так: при невеликій вологості ковзання сталі по поверхні пухкого піску супроводжується перекатом шару піщинок, що знижує коефіцієнт тертя.

Зі збільшенням вологості піску збільшується міжмолекулярні зв'язки, зменшується рухливість шару піщинок, що призводить до прилипання ґрунту до поверхні, що збільшує коефіцієнт тертя [3]. Подальше зволоження піщаного ґрунту супроводжується появою вільної води, яка змащує поверхню тертя, що знижує коефіцієнт тертя.

Максимальне значення коефіцієнта тертя спостерігається при невеликій вологості піщаного ґрунту, коли він знаходиться в зв'язаному стані. У цьому випадку піщинки ґрунту, взаємодіючи зі сталлю, спричиняють її інтенсивний абразивний знос. Зі збільшенням вологості розм'якшується піщаний ґрунт, зменшується міцність закріплення піщинок, що зменшує коефіцієнт тертя.

У дослідженнях впливу швидкості переміщення ґрунту по сталі на коефіцієнт тертя є розбіжності в думках [3,4]. Деякі автори вважають, що зростання швидкості ковзання призводить до збільшення коефіцієнта тертя, тоді як інші стверджують зворотне.

При швидкостях ковзання ґрунту по сталі в межах 0,5-4,0 м/с коефіцієнт тертя ковзання змінюється незначно і не впливає на знос.

Згідно з дослідженням [3], зростання питомого тиску ґрунту на поверхню сталі призводить до зниження коефіцієнта тертя. Це пояснюється тим, що ущільнення ґрунту на поверхні сталі спричиняє появу води, яка діє як мастило.

Працездатність лемішних плугів і лап культиватора значно залежить від стану їх лез. Леміш, підрізаючи пласт ґрунту, найбільший тиск сприймає в носовій частині і менше на кромці леза. Це призводить до нерівномірного абразивного зносу носка і ріжучої частини. Наприклад, при глибині оранки $h=22$ см і швидкості $v=1,4$ м/с тиск на носку леміша може досягати 1,6-1,8 МПа.

При оранці ущільнених ділянок ґрунту або ґрунтів, засмічених камінням, тиск на леміш збільшується стрибкоподібно при наїзді на камінь. Це може спричинити затуплення і знос лез. Затуплення лез робочих органів погіршує їхню ефективність у підрізанні бур'янів, збільшує тяговий опір машин та порушує стійкість ходу машини по глибині [3-5].

Ресурсні випробування лемішів при оранці ґрунтів, що містять абразив у формі кварцового піску, показали, що до 50% їх вибраковують через вигин і поломку носка, але знос леза не досягає граничного стану. На чорноземах лезо леміша зношується більш інтенсивно і потребує відновлення вже після 3-4 га роботи. На піщаних ґрунтах відновлені леміші працюють незадовільно, і їхній ресурс становить лише 5-6 га, що викликає необхідність аналізу причин низького ресурсу та вдосконалення технології зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин [3-5].

Культиваторні лапи, виготовлені зі сталей 65Г, 43Л і Л53, також виявилися досить схильними до зносу. Практика експлуатації показала, що

їхній ресурс на різних ґрунтах не перевищує 14-19 га, хоча за технічними вимогами він повинен бути не менше 25 га. Це свідчить про необхідність подальшого вдосконалення матеріалів і технологій виробництва робочих органів ґрунтообробних машин.

Абразивний знос виявляється домінуючим фактором зносу, особливо якщо твердість абразиву перевищує твердість матеріалу робочого органу ґрунтообробних машин [3-5]. Такі мінерали, як кварц і польовий шпат, що складають основу піщаних і супіщаних ґрунтів, пояснюють швидкий знос робочих органів і потребу у постійному вдосконаленні їх конструкцій і матеріалів.

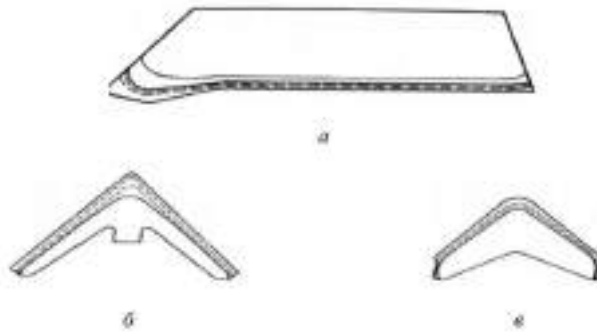


Рис. 3. Профіль зносу робочих органів ґрунтообробних машин: а - леміш плуга; б - лапа культиватора із захопленням 270 мм; в - лапа культиватора із захопленням 150 мм.

У вашому випадку, при використанні робочих органів культиватора стерньового важкого виробництва фірми Bellota, твердість матеріалу в стані поставки складає 4,8-5,0 ГПа, тоді як твердість частинок кварцового піску коливається від 10,5 до 12,5 ГПа. Співвідношення твердостей лежить у межах 2,1-2,5. При такому співвідношенні може відбуватися інтенсивний знос матеріалу, оскільки тверді частинки кварцового піску мають значно більшу твердість, ніж матеріал робочих органів.

Таким чином, при експлуатації робочих органів ґрунтообробних машин спостерігається ударно-абразивний характер зносу, спричинений контактом з частинками ґрунту і камінням [3-5]. Також варто враховувати інші фактори, які впливають на знос, такі як механічний склад ґрунту, вологість, твердість, структура матеріалу, тиск і швидкість відносного переміщення ґрунту по поверхні робочих органів ґрунтообробних машин. Ці фактори в сукупності визначають швидкість зносу і мають велике значення для тривалості експлуатації робочих органів.

Металізаційні покриття складаються з шаруватих елементів, які формуються під час високошвидкісного удару об холодну поверхню і подальшого їх твердіння [3-5]. Розплавлені або розігріті до пластичного стану частинки розпилюються по поверхні, зачеплені за її нерівності, а потім контактують між собою.

На дистанції напилювання частинки піддаються окисленню, і утворюється оксидна плівка, яка потрапляє в покриття. Ця плівка може впливати на властивості покриття, такі як міцність зчеплення, твердість, і може

перешкоджати дифузії частинок. Через малий розмір або низьку швидкість, окремі частинки можуть охолонути до температури нижче точки плавлення до моменту удару об підкладку, і їх кінетична енергія може бути недостатньою для деформації. Це може призводити до того, що вони залишаються в покритті в глобулярній формі [3-].

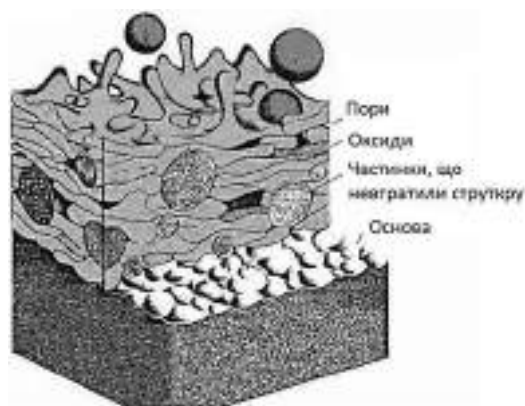


Рис. 4. Схема формування покриття.

При напиленні декількох шарів на поверхню відбувається нанесення фракцій у вигляді розплавленого матеріалу або його оксидів, а також адсорбція газів. Висока швидкість напилення призводить до розтікання та кристалізації частинок під час контакту з попередньо нанесеною поверхнею, що може призвести до дефектів, порожнин та мікропор, які можуть бути наповнені газом. Деякі перегріті частинки можуть випаровуватися і осідатися в паровій фазі.

На рисунку 5 показано схему формування отриманих покриттів, які складаються з нерозплавлених частинок, оксидів, пор, тонких пластин, які з'єднані між собою або звареними ділянками, або утвореними "Схоплюванням" під час кристалізації і затвердіння [4].

Міцність і щільність покриття зазвичай нижчі, ніж у основного матеріалу, через те що зварні ділянки не заповнюють всю площу контакту між нанесеними частинками. В отриманих покриттях можна відрізнити границі між шарами і частинками, які визначають міцність зчеплення між покриттям і підкладкою (адгезію покриття), і міцність зчеплення в самому шарі (когезію) [4]. Пошарові границі виникають через інтервал нанесення частинок, що може призводити до забруднення поверхні шару і погіршення контактних процесів на границі. Характер утворення границь між шарами і частинками різний і залежить від тривалості перебування частинок в атмосфері.

Адгезійна міцність покриття може бути обумовлена різними механізмами, включаючи механічне зчеплення нанесених частин з поверхнею підкладки або з попередньо осадженими частинками, енергією активації для утворення металургійного зв'язку, а також наявністю ван дер Вальсових сил [4].

Узагальнюючи різні оцінки вкладу кожного виду зв'язку, можна зробити висновок, що зазвичай частка металургійного зв'язку є мала, інакше опір розриву покриття наближається до такого у вихідного матеріалу.

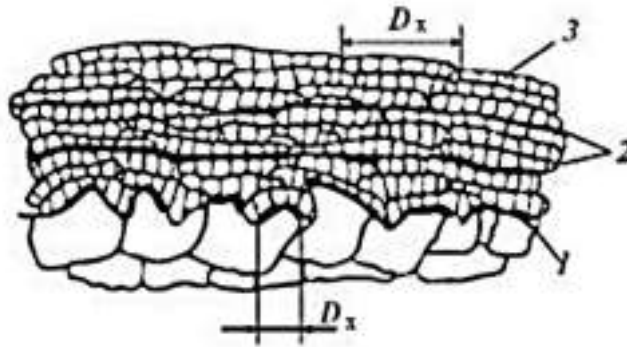


Рис. 5. Схема структури покриття: 1 – межа між покриттям і основою; 2 – межа між шарами; 3 – межа між частинками в шарі; D_x – діаметр ділянки контакту, на якій відбулося приварювання частинок

Таким чином, процеси, що відбуваються в двофазному потоці, впливають на властивості покриттів. Особливості формування металізаційного покриття відображаються в його структурі і визначають характер дефектів, які можуть відрізнитися за розмірами, щільністю, морфологією і орієнтацією.

В роботі [4,5] описується будова напиленого шару ДМ-покриття на прикладі сталі 20X13, який складається з дуже тонких по черзі розміщених хвилеподібних прошарків білого і сіро-блакитного кольору. Ймовірно, ці прошарки представляють собою затверділий метал і оксиди. Також спостерігаються ділянки змішаної структури, що складаються з металу і оксидів. У структурі помітні окремі частинки металу більш округлої форми, а також глобулярні пори [4,5].

Аналіз фазового складу металізаційних покриттів показав практичну відсутність карбідів. Це може бути пов'язано з високими швидкостями охолодження, які перешкоджають виділенню карбідів з розчину. Такі умови сприяють формуванню структури, схожої на структуру відпущеного мартенситу.

Результати вимірів мікротвердості ДМ-покриттів зі сталей 20X13 і 40X13 свідчать про те, що залежності мікротвердості по висоті шару не виявлено. Мікротвердість змішаних ділянок і чистого металу у сталі 20X13 практично однакова і варіюється від 4,8 до 5,2 ГПа. Мікротвердість оксидів має значення від 5 до 6 ГПа, що вище твердості ділянок чистого металу. Глобулярні пори мають мікротвердість в межах 4,5-5,9 ГПа. Аналогічні результати спостерігаються у сталі 40X13, інтервал значень знаходиться вище: 5,0-6,4 ГПа.

Дослідження мікротвердості порівняних покриттів показали, що мікротвердість покриттів вище при використанні відновлювальної атмосфери, одержуваної з застосуванням пропаноповітряного середовища [5]. Підвищення мікротвердості для різних структурних складових становить 6-12% і знижується пористість покриттів. Використання пропаноповітряного середовища призводить до отримання покриттів з більш тонкою структурою, меншою кількістю пор і пустот, а також меншим розміром оксидних прошарків. Ці покриття мають кращі властивості порівняно з покриттями, отриманими в повітряному середовищі.

Досліджено вплив ступеня окислення крапель металу на зносостійкість покриттів зі сталі 20X13. Зниження ступеня окислення призводить до підвищення стійкості покриттів до ударно-абразивного зносу в кілька разів. Такі дослідження ще не проводилися щодо АДМ-покриттів з системою легування Fe-B-Cr-Al-Y.

Проведені випробування матеріалів показали, що покриття зі сталі 20X13 мають найкращі результати з відносною зносостійкістю в 2-5 разів вище, ніж у покриттів з інших матеріалів [5]. Це зумовлено тим, що покриття зі сталі 20X13 мають відпущений мартенсит, і структурні перетворення в ньому супроводжуються напруженнями стиску, що сприятливо впливає на експлуатаційну зносостійкість.

Далі, в якості еталону при випробуваннях зносостійкості були прийняті зразки АДМ-покриттів з суцільного дроту 20X13. Це обрано з урахуванням їхніх переваг у випробуваннях.

Для зменшення оксидної плівки на поверхні частинки та підвищення властивостей покриттів рекомендується створення захисної атмосфери, особливо в зоні горіння дуги, а також легування порошкового металу елементами – розкислювачами. Це може допомогти зменшити кількість і розмір оксидних прошарків у покритті, що позитивно впливає на його властивості та зносостійкість [5].

Зведення отриманих даних і результатів структурних досліджень дає підставу зробити висновок про існування критичного числа оксидів у покритті, яке має визначальний вплив на його зносостійкість.

Висновки. У результаті проведених досліджень було встановлено, що покриття зі сталі 20X13 демонструють найкращі результати з відносною зносостійкістю в порівнянні з покриттями з інших матеріалів. Це зумовлено їхньою структурою, що включає відпущений мартенсит та напруження стиску, що сприяють покращенню експлуатаційних властивостей.

Далі, еталоном у випробуваннях зносостійкості були прийняті зразки АДМ-покриттів з суцільного дроту 20X13, оскільки вони показали найкращі результати серед інших варіантів.

З метою зменшення оксидної плівки на поверхні частинок та підвищення властивостей покриттів рекомендується створення захисної атмосфери під час процесу напилення та легування порошкового металу елементами, що зменшують утворення оксидів.

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. Технічний сервіс в АПК: навч. посіб. / Л.В. Швець, Ю.Б. Паладійчук, О.О. Труханська. Вінниця: ВНАУ, 2019. 648 с.
3. 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.

4. Сидорук О. В. Методика узгодження обслуговуючих і сервісних програм збирання ранніх зернових культур. *Механізація та електрифікація сільськогосподарського виробництва*. 2014. Вип. 99. С. 354-364.

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.

В'ячеслав БАЗАЛИЦЬКИЙ³,
студент 4 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КЛІЩОВОГО ЗАХВАТУ ДЛЯ СІТОК

***Анотація.** Розглядається питання підвищення ефективності завантаження сільськогосподарських вантажів у м'які тарі, шляхом розробки та обґрунтування параметрів робочого органу маніпулятора. Запропоновано конструктивно-технологічну схему робочого органу маніпулятора у вигляді кліщового захвату з важільним механізмом.*

На основі аналізу обґрунтовано структуру, геометричні, кінематичні параметри кліщового захвату вантажно-транспортного засобу, які забезпечують необхідне утримання овочів у м'якій тарі масою до 50 кг. В результаті теоретичних досліджень отримано аналітичні та графічні залежності, що дозволяють на етапі проектування кліщового захвату маніпулятора вибирати раціональні параметри конструкції в залежності від необхідної маси вантажу.

***Ключові слова:** маніпулятор, робочий орган, кліщовий захват, сітка, навантаження, привод, параметри, вантаж.*

***Annotation.** The issue of increasing the efficiency of loading agricultural cargo into soft containers is considered by developing and justifying the parameters of the manipulator's working body. A constructive and technological diagram of the working body of the manipulator in the form of a pincer grip with a lever mechanism is proposed.*

Based on the analysis of the work, the structure, geometric, kinematic parameters of the pincer grip of the truck, which ensure the necessary retention of vegetables in soft containers weighing up to 50 kg, are justified.

As a result of theoretical studies, analytical and graphical dependencies were obtained, which allow choosing rational parameters of the design depending on the

ЗНауковий керівник: Шаповалюк С.О. асистент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва

required weight of the cargo at the stage of designing the pincer grip of the manipulator.

Keywords: manipulator, working body, pincer gripper, grid, load, drive, parameters, load.

Вступ. У Вінницькій області, як і багатьох інших регіонах, при вантажних роботах при обробленні овочевої продукції в основному переважає ручна праця і ця обставина є суттєвим резервом підвищення продуктивності праці [1-3]. Аналіз трудомісткості виконання вантажно-розвантажувальних робіт, показав, що в технологічному процесі збирання овочів, що упаковуються в м'яку тару, найбільш трудомістка операція пов'язана з ручними вантажно-розвантажувальними та транспортними роботами [4].

Незважаючи на розвиток засобів механізації у сільськогосподарському виробництві, обсяг ручної праці на заготівлі плодоовочевої продукції досягає до 40 % – 50 %. Усунути цей недолік можна тільки комплексною механізацією та автоматизацією вантажно-розвантажувальних операцій.

Удосконалення технологій збирання плодоовочевої продукції та технічних засобів, спрямованих на зниження трудових і матеріальних витрат, є актуальним завданням сільськогосподарського виробництва та має важливе народногосподарське значення.

Виклад основного матеріалу. Для роботи з штучними вантажами, в основному, на всіх сільськогосподарських навантажувачах, у вигляді вантажозахоплювального органу, встановлюється кліщовий захват. Залежно від використання він може застосовуватися для роботи з вантажами різної геометричної форми. По суті, захват являє собою важельну систему, як правило, це два кліща за допомогою яких відбувається захват та фіксація вантажу.

Кліщові захвати можуть бути як самовстановлювані, які утримують вантаж від сили тертя, що виникає, при стисканні вантажу, так і керованими, за допомогою гідро-, пневмо- або електроприводами. Кліщові захвати застосовуються для вантажно-розвантажувальних робіт як у промисловій області (для труб, бетонних блоків та сортового прокату), так і в сільському господарстві (навантаження рулонів сіна, тюків сіна, мішків з добривами).

Гарантоване утримання вантажу захватом обумовлюється або геометричним замиканням, або силовим замиканням, що забезпечує неможливість поступальних і обертальних рухів тіл, що захоплюються.

Розглянемо утримання вантажу лише за рахунок сил тертя плоских поверхонь губок (рис.1).

$$N_1 = N_2 = \frac{Q}{2f} \quad (1)$$

де f – коефіцієнт тертя поверхні вантажу.

На практиці часто зустрічається складне навантаження завантажувальних пристроїв. Для таких випадків розрахунок слід проводити для найбільш несприятливих поєднань навантажень, якщо вони однозначно не визначаються, або робити це для декількох варіантів навантаження.

Для важельного захвату

$$\frac{2 \sum_{j=1}^n M_j \cdot \cos \varphi}{b} \quad (2)$$

де φ – кут важільної системи; b – розмір плеча важеля; $\eta = 0,90-0,95$ - КПД, враховує втрати на тертя у важільній системі; $M_j = N_j(l + b \cdot \cos \varphi)$ – момент на важелях захвату, Нм.

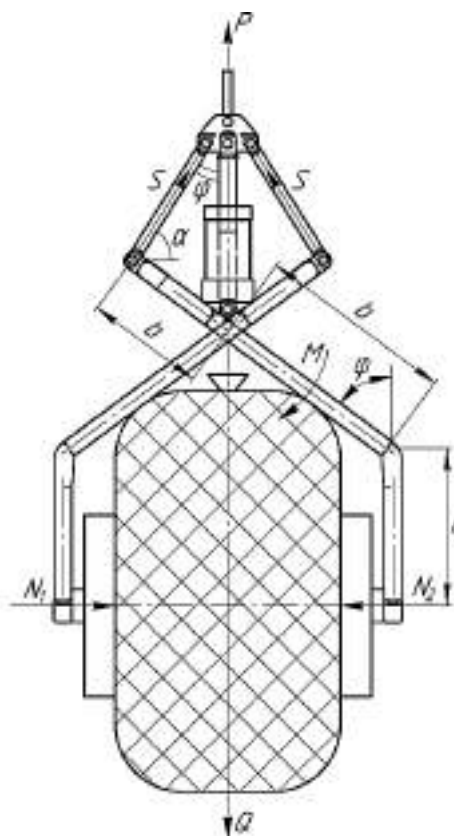


Рис.1. Розрахункова схема захватного пристрою важельного типу.

*Джерело: сформовано автором

Залежно від розміру сітки з овочами, її маса бруто також варіюється в різних межах (табл.1).

Таблиця 1

Співвідношення розміру сітки та маси бруто

Размір сітки, см	Маса бруто, кг
30 x 47	до 9 кг
40 x 60	до 20 кг
45 x 75	до 30 кг
50 x 80	до 40 кг

*Джерело: сформовано автором

Залежність утримуючої сили від геометричних параметрів в загальному вигляді

$$P(\varphi) = \frac{2N_i(L+b \cdot \cos) \cdot \cos \varphi}{b \cdot \eta} \quad (3)$$

Графічні залежності утримуючої сили P залежно від кута положення важеля φ при різних масах бруто мішків з овочами наведено на рис. 2, а на рис.

З представлена поверхня, що характеризує залежність утримуючої сили P від кута положення важеля φ та його довжини b . Наприклад, задавшись довжиною важеля $b=0,3$ м і вибравши кут положення важеля $\varphi = 45^\circ$ в положенні затискання сітки з овочами отримуємо мінімально необхідне зусилля, що утримує $P = 800$ Н. Таким чином, отримані залежності (2), (рис. 2) і (рис.3) дозволяють на етапі проектування захватного пристрою вибрати приводи для забезпечення необхідної утримуючої сили. Однак слід пам'ятати про те, що вантажем, який утримує, є овочі, які при значному силовому впливі на них, можуть, бути пошкоджені.

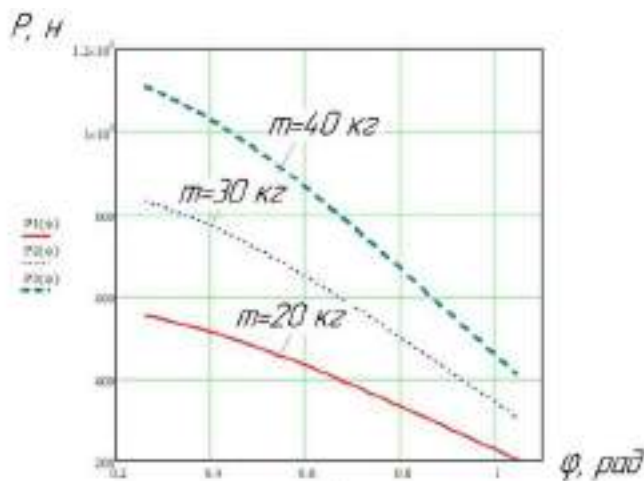


Рис. 2. Залежність утримуючої сили від маси мішка та кута положення важеля захвату.

*Джерело: сформовано автором

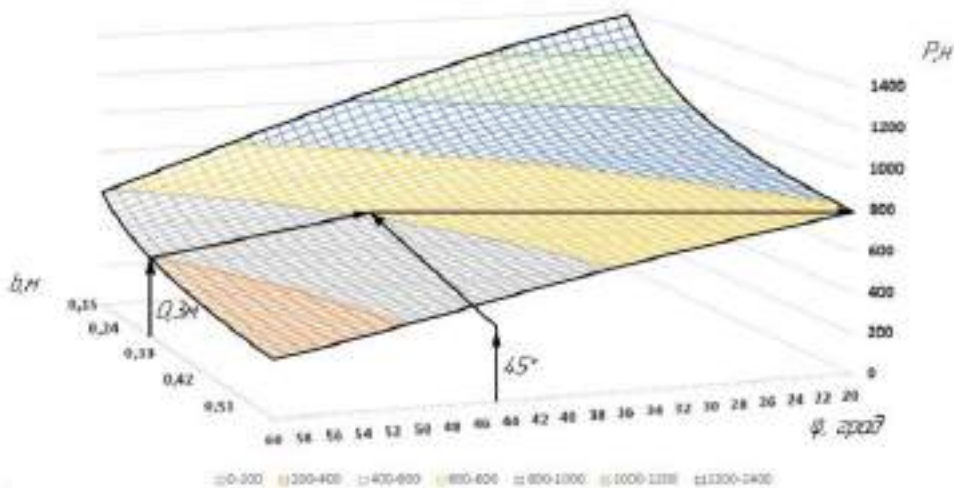


Рис. 3. Залежність утримуючої сили P від кута положення важеля φ та його довжини b при масі бруто $m = 30$ кг

*Джерело: сформовано автором

Для кліщового захвату (рис.4) приведені зусилля замикання:

$$N_1 = N_2 = \frac{k_d \cdot Q}{2 \cdot \text{tg} \beta}, \quad (4)$$

де β – кут між горизонталлю та направленою нормаллю реакції опори поверхні вантажу.

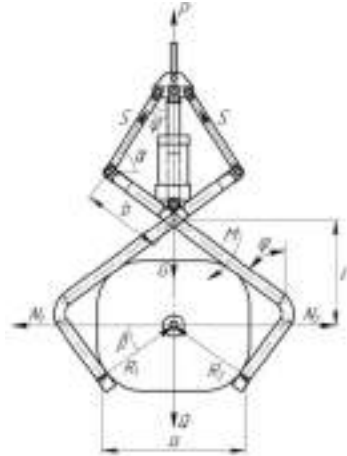


Рис. 4. Розрахункова схема кліщового захвату.

*Джерело: сформовано автором

Для кліщових захватів значення зусилля P в захватній петлі:

$$P = k_2 \cdot Q, \quad (5)$$

де k_2 – коефіцієнт, що враховує силу ваги захвату і втрати на тертя в його шарнірах.

Коефіцієнт k_2 можна розрахувати по формулі:

$$k_2 = k_n \cdot \left(l + \frac{G}{Q} \right), \quad (6)$$

де G – сила ваги захвату;

k_n – коефіцієнт втрат на тертя в шарнірах ($k_n = 1,15 \dots 1,20$).

Рівняння рівноваги важеля захвату:

$$S \cdot b - N_1 \cdot l + \frac{Q \cdot a}{4} = 0. \quad (7)$$

З рівняння (7)
$$S = \frac{N \cdot l - \frac{Q \cdot a}{4}}{b} \quad (8)$$

або з іншої сторони
$$S = \frac{P}{2 \cdot \sin \alpha} = \frac{k_2 \cdot Q}{2 \cdot \sin \alpha}, \quad (9)$$

Прирівнюючи вирази (8) та (9) отримаємо

$$\frac{N \cdot l - 0,25 \cdot Q \cdot a}{b} = \frac{k_2 \cdot Q}{2 \cdot \sin \alpha'} \quad (10)$$

звідки

$$\sin \alpha = \frac{k_2 \cdot b}{2 \cdot N \cdot l - 0,5 \cdot Q \cdot \alpha'} \quad (11)$$

Останній вираз можна використовувати при проектуванні захвату мішків

$$\sin\alpha = \frac{k_2 \cdot b}{\frac{k_2 \cdot l}{\operatorname{tg}\beta} - 0,5 \cdot a} \quad (12)$$

Мінімально необхідне утримуюче зусилля визначить з виразу

$$P(\phi) \geq \frac{2 \cdot \cos\phi \cdot (N \cdot l - 0,25 \cdot Q \cdot a)}{b}, \quad (13)$$

На рис. 5 представлена залежність утримуючої сили кліщового захвату за схемою рис. 4 від кута положення важелів і їх довжини b . Як видно з залежності, величини утримуючих сил у кліщовому захваті із загнутими губками в 5 разів менші, ніж у захваті із плоскими губками. Внаслідок чого, остання схема краща з точки зору меншого силового впливу на сітку з овочами і відповідно меншого пошкодження овочів.

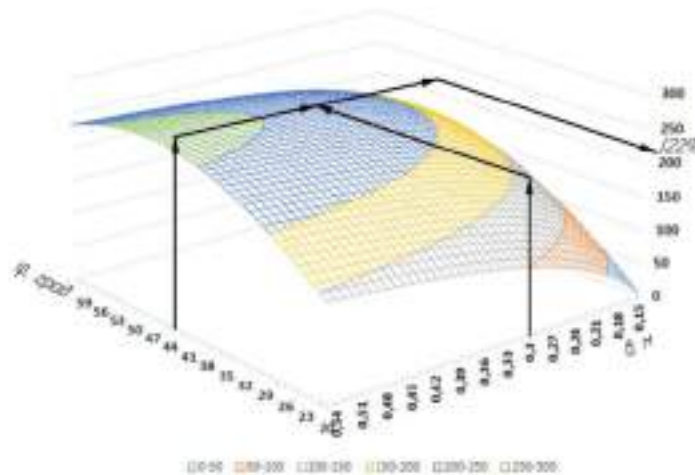


Рис. 5. Залежність утримуючої сили P від кута положення ϕ і довжини важеля b при масі брунто.

**Джерело: сформовано автором*

Висновки. На основі проведеного аналізу обґрунтовано та розроблено конструкцію захватного пристрою для м'якої тари.

Обґрунтовано структуру, геометричні, кінематичні параметри кліщового захвату вантажно-транспортного засобу, що забезпечують необхідне утримання овочів у м'якій тарі масою до 50 кг. Отримано аналітичні та графічні залежності, що дозволяють на етапі проєктування кліщового захвату маніпулятора вибирати раціональні параметри конструкції в залежності від необхідної маси вантажу.

Список використаної літератури

1. Сивак Р.І., Деревенько І.А. Короткий курс теоретичної механіки: ТОВ «Вінницька міська друкарня», 2016. – 200 с.
2. Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А., Руткевич В.С., Моторна О.О. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: Твори, 2020. 355 с.
3. Войтюк Д.Г., Барановський М.В., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.

4. Булгаков В.М., Горобей В.П. Вдосконалення конструкції комбінованого дводисково–анкерного сошник. *Вісник аграрної науки* 2016. № 4. С. 57–64.

Вадим ГАНЖА⁴,
студент 3 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПРЕС-ПІДБИРАЧА ПРИ ЗАГОТІВЛІ СІНА

Анотація. Розглядається питання підвищення рівномірної щільності сіна в середині рулону при заготівлі. Запропоновано технологічний прийом розрівнювання валка при пресуванні сіна. Для його реалізації розроблено принципово нову конструктивно-технологічну схему прес-підбирача з пристроєм, виконаним у вигляді двох розрівнюючих дисків з пружинними пальцями, які мають привод і обертаються по ходу руху валка в протилежні сторони, що дозволяє забезпечити розподіл стеблових частинок по ширині захвату підбирача, забезпечивши попереднє ущільнення валка сіна перед подачею в камеру пресування.

Використання запропонованої конструктивно-технологічної схеми прес-підбирача дозволить отримувати рулони з більшою масою та рівномірним розподілом щільності сіна.

Ключові слова: стебловий корм, прес-підбирач, привод, робочий орган, продуктивність, щільність, якість.

Annotation. The issue of increasing the uniform density of hay in the middle of the roll during harvesting is under consideration. A technological technique for leveling the swath during hay pressing is proposed. For its implementation, a fundamentally new structural and technological scheme of a baler with a leveling device, made in the form of two leveling discs with spring fingers, which have a drive and rotate in the direction of the roll movement in opposite directions, was developed, which allows to ensure the distribution of stem particles along the width of the pick-up, providing preliminary compaction of the hay bale before feeding it into the baling chamber.

Use of the proposed structural and technological scheme baler will allow you to get rolls with a greater mass and uniform distribution of hay density.

Keywords: stem fodder, baler, drive, working body, productivity, density, quality.

⁴Науковий керівник: к.т.н., доцент Руткевич В.С., кафедра машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

Вступ. Дослідження та багаторічний досвід господарств показують, що кількість і якість стеблових кормів, які заготовляються залежить, насамперед від застосовуваних технологій, машин для заготівлі, зберігання, чіткості виконання передбачених технологічних параметрів та режимів здійснення виробничих операцій [1, 2].

Підбір стеблових кормів із валків із пресуванням у циліндричні рулони має суттєві переваги в порівнянні з іншими способами – збирання значно скорочуються витрати праці, зменшуються втрати матеріалу, полегшуються і здешевлюються перевезення та зберігання [3, 4].

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.

Таким чином, вдосконалення прес-підбирача для заготівлі стеблових кормів є актуальним народногосподарським завданням.

Виклад основного матеріалу. Аналіз існуючих технологій і машин для заготівлі пресованого сіна показав, що сформований валок має високу нерівномірність щільності, особливо по ширині захвату. Внаслідок чого утворені рулони мають неоднорідну щільність, що сприяє проникненню вологи та псування сіна [2, 3, 5]. Для підвищення рівномірності подавляемого валка запропоновано розрівнюючий пристрій, змонтований на прес-підбирачі, який представлено на рис.1.

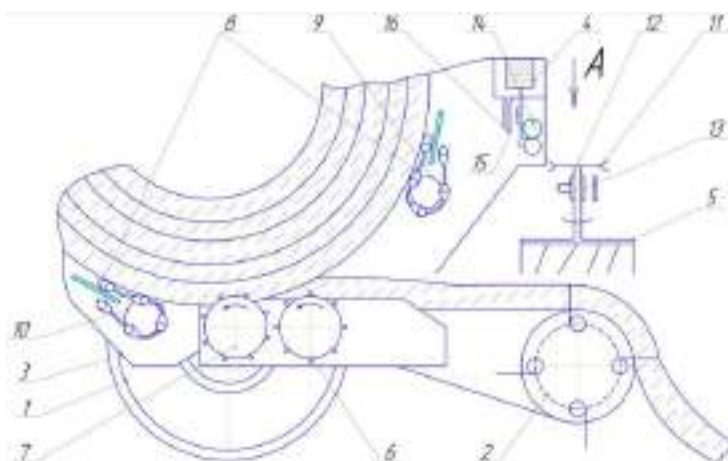


Рис. 1. Схема прес-підбирача з пристроєм для розрівнювання подавляемого валка сіна
 1 – колісний хід, 2 – підбирач, 3 – пресувальна камера, 4 – обв’язуючий апарат,
 5 – дисковий горизонтальний розрівнюють пристрій, 6 – передній опорний валець,
 7 – задній опорний валець, 8 – ланцюгово-планчатий транспортер, 9 – ведучий вал,
 10 – ведений вал, 11 – пасова передача у вигляді «вісімки», 12 – кронштейн,
 13 – регулювальний пристрій висоти, 14 – гідромотор, 15 – повідок, 16 – ніж
 *Джерело: розроблено автором

Вдосконалений рулонний прес-підбирач складається з колісного ходу 1, підбирача 2, пресувальної камери 3, обв’язувального апарату 4, дискового горизонтального розрівнюючого пристрою 5, пресуючого пристрою, що складається з опорних вальців: переднього 6 і

заднього 7, ланцюгово-пластинчастого транспортера 8, ведучого 9 та веденого 10 валів. Ведучий вал 9 ланцюгово-пластинчастого транспортера 8 з'єднаний пасовою передачею з дисковими розрівнюючим пристроєм 5, в свою чергу, диски з'єднані між собою пасовою передачею у вигляді «вісімки» 11. Диски закріплені на кронштейні 12 з регульовальним пристроєм висоти 13 установки дисків. Опорні вальці 6 і 7 мають привод від ведучого вала.

У робочому положенні підбирач 2 опущений, кінці його зубців не торкаються землі, задня частина пресувальної камери 3 закрита.

Рулонний прес-підбирач працює наступним чином: при русі агрегату вздовж валка і обертанні механізмів прес-підбирач 2 підхоплює валок і подає його в простір між дисковим розрівнюючим пристроєм 5 і верхом підбирача. Дисковий розрівнюючий пристрій розподіляє сіно по ширині захвату підбирача і ущільнює його за рахунок різних швидкостей сіна і похилих пальців, під дією обертання ланцюгово-пластинчастого транспортера 8, дискового розрівнюючого пристрою 5 і опорних вальців 6 і 7 стеблова маса рівномірно розподіляється по ширині захвату та вздовж руху валка, закручується в рулон, плющиться і пресується.

Коли рулон досягає заданої щільності, тиск в гідросистемі зростає і включається сигнал початку обв'язки шпагатом. Обв'язуючий апарат 4 подає шпагат гідромотором 14 до захвату його рулоном, потім шпагат намотується на рулон по гвинтовій лінії з допомогою повідця 15, що здійснює зворотно-поступальний рух, коли обв'язування рулону закінчене, шпагат притискається до ножа 16 і обрізується, одночасно відкривається задня частина пресувальної камери 3 і рулон під дією обертових вальців 6 і 7 скочується по підпружиненій платформі на землю. Після викочування рулону задня частина пресувальної камери 3 повертається у вихідне положення і процес повторюється в тій же послідовності.

Застосування даного рулонного прес-підбирача дозволяє поліпшити розподіл щільності пресування за об'ємом рулону, сприяє кращому сходженню атмосферної вологи з рулону, обмежує доступ повітря, що підвищує зберігання сіна.

Для розрівнювання валка сіна над підбирачем встановлено обертові диски з похилими пальцями. Для поліпшення розподілу валка диски над підбирачем висунуті вперед, утворюючи східний зазор. З огляду на те, що підбирач обертається рівномірно, рух валка здійснюється з постійною швидкістю V_n . Розрівнюючі диски, обертаючі над рухомим валком, будуть викликати відносний рух стеблових частинок.

Розглянемо рух стеблових частинок валка в рухомій системі координат (поступальний рух зі швидкістю V_n) (рис. 2).

$$\left\{ m \frac{d^2x}{dt^2} = F_n + F_d \cos(\omega t) \right\} \quad (1)$$

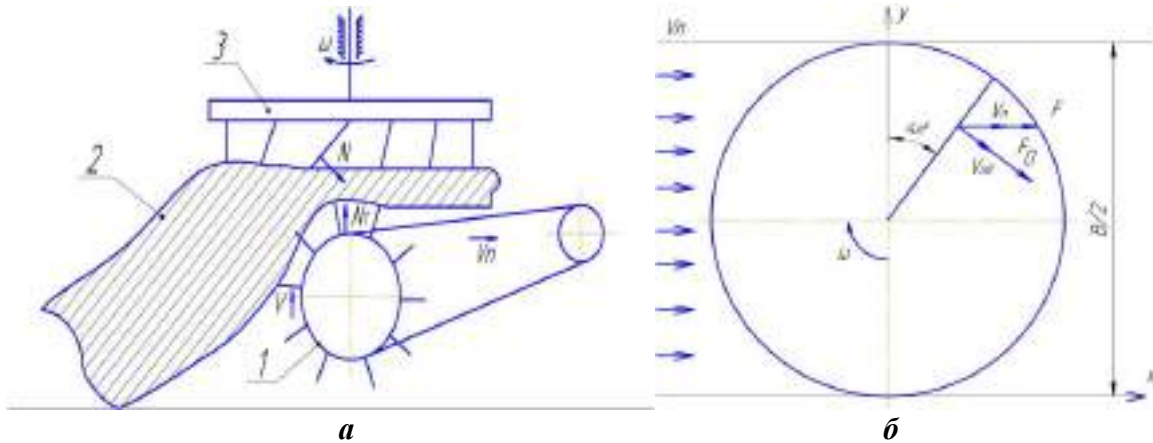
де F_n – зусилля дії підбирача на валок сіна, Н;

F_d – зусилля впливу розрівнюючих дисків на валок сіна, Н;

ω – частота обертання дисків, c^{-1} .

Запишемо диференційне рівняння руху частинок при розрівнюванні валка.

Так як валок нерівномірно розподілений по ширині захвату підбирача, то ступінь ущільнення стеблового корму, відповідно і зусилля будуть змінюватися по ширині захвату [5]. Для запобігання забивання підбирача, рамка з розрівнюючими дисками має можливість підйому (збільшуючи зазор).



1 – підбирач; 2 – валок сіна; 3 – розрівнюючі диски
Рис. 2. Схема визначення закону руху частинок при розрівнюванні валка

*Джерело: розроблено автором

Розглянемо рівновагу рамки з розрівнюючими дисками (рис.3).

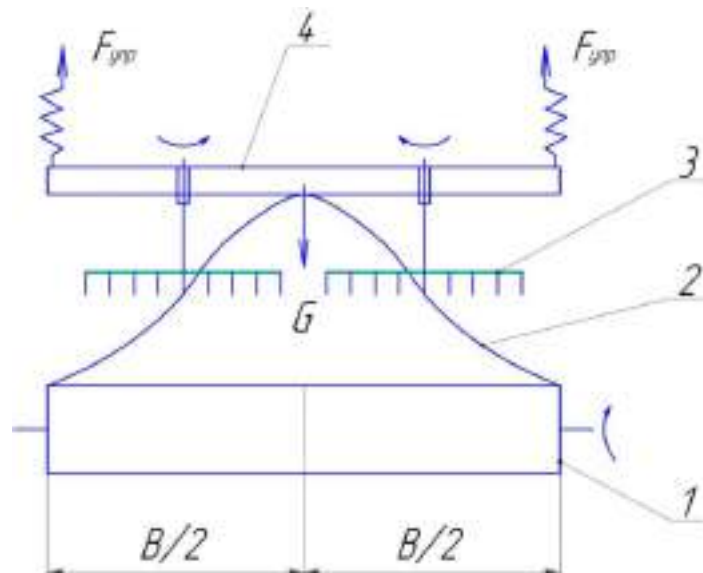


Рис. 3. Розрахункова схема визначення взаємодії валка з підбирачем та розрівнюючими дисками

1 – підбирач; 2 – валок сіна; 3 – розрівнюючі диски; 4 – рамка

*Джерело: розроблено автором

Валок сіна буде відчувати вплив з двох сторін:

- зверху, збоку розрівнюючих дисків;

- знизу, збоку підбирача.

Взаємодія розрівнюючих дисків з валком сіна у вертикальній площині буде визначатися пружністю валка сіна та вагою рамки з дисками. Так як диски симетрично розташовані щодо середини валка, вагу конструкції розділимо на дві частини, рівні $G/2$. Пружність сіна, в свою чергу, визначається ступенем ущільнення (початковою висотою валка на даній відстані від центру) [6].

$$F_{np.} = \Delta h \cdot c, \quad (2)$$

причому

$$F_{np} = \Delta h \cdot c \leq G, \quad (3)$$

де F_{np} – сила пружності сіна, Н;

G – вага розрівнюючого пристрою, Н;

Δh – зменшення висоти валка при вирівнюванні, м;

c – коефіцієнт пружності сіна, Н/м.

В результаті дослідження поперечного профіля валка сіна перед пресуванням отримаємо залежність:

$$H(b) = -0.016 + 0.9498 \cdot b_b - 0.5926 \cdot b_b^2, \quad (4)$$

Враховуючи, що валок в процесі роботи розрівнюючих дисків рівномірно розпридіється, визначимо середню висоту валка по ширині захвату [7].

Для цього визначимо площу поперечного перерізу валка

$$S = \int_0^b H(b)db = \int_0^b (-0.016 + 0.9498b - 0.5926b^2)db, \quad (5)$$

Проінтегрувавши маємо:

$$h_{cp} = \frac{S}{b} = \frac{-0.016b + 0.9498 \frac{b^2}{2} - 0.5926 \frac{b^3}{3}}{b}, \quad (6)$$

Ущільнення валка перед пресуванням

$$\Delta h = h_{cp} - h_0 = -0.016 + 0.9498b - 0.5926b^2 - 0.1 \quad (7)$$

Де h_0 – величина зазору між пальцями розрівнюючого диску і підбирачем ($h_0=0,1$ м), м;

h_{cp} – середня висота валка, м.

Підставивши у вираз (3) значення величин виразів (5, 6, 7), маємо:

$$F_{ynp} = c\Delta h = c(-0.116 + 0.4749b - 0.1975b^2), \quad (8)$$

де b – ширина прес-підбирача, м.

Так як швидкість валка сіна постійна, взаємодія диска з сіном можна дослідити в статиці. Таким чином нормальна реакція поверхні диска:

$$N_1 = \frac{F_{ynp}}{n_n}, \quad (9)$$

де n_n – кількість пальців, шт.

При цьому нормальна реакція розрівнюючого диска, що обертається з постійною кутовою швидкістю, буде реалізовуватися через вплив пальців диска, встановлених під кутом 45° :

$$N_1 = \frac{N_n}{\sin 45^\circ}, \quad (10)$$

де N_n – сила нормального тиску поверхні пальця, Н.

В результаті зусилля дії розрівнюючих дисків на валок сіна

$$F_d = N_1 \cdot f_{\text{вн}} = f_{\text{вн}} \cdot \frac{N_n}{\sin 45^\circ}, \quad (11)$$

де $f_{\text{вн}}$ – коефіцієнт внутрішнього тертя валка сіна.

При взаємодії валка на підбирач крім сили пружності сіна буде діяти вага валка сіна.

Щоб врахувати спільну дію сил пружності та ваги сіна, виберемо одиницю об'єму стеблових частинок, що припадає на один палець розрівнюючого диска

$$V_c = \frac{S_d}{n} \cdot h_{\text{ср}} = \frac{\pi d^2}{4n_n} \cdot h_{\text{ср}}, \quad (12)$$

Тоді, вага одиниці об'єму валка

$$P_b = m_c g = V_c \cdot \gamma \cdot g = \frac{\pi d^2}{4n_n} \cdot h_{\text{ср}} \cdot \gamma \cdot g, \quad (13)$$

де S_d – площа розрівнюючого диска, м^2 ; V_c – об'єм стеблових частин, припадаючих на один палець розрівнюючого диску, м^3 ; m_c – маса стеблових частин, припадаючих на один палець розрівнюючих дисків, кг; d – діаметр диска, м; γ – щільність валка сіна, $\text{кг}/\text{м}^3$; g – прискорення вільного падіння, $\text{м}/\text{с}^2$; P_b – маса одиниці об'єму валка, Н.

Таким чином, нормальний тиск одиниці об'єму валка з сторони підбирача:

$$N_2 = \frac{F_{\text{упр}}}{n_n} + P_b, \quad (14)$$

Тоді підсилююча здатність підбирача на валок:

$$F_n = N_2 \cdot f_{\text{вн}} = f_{\text{вн}} \left(\frac{F_{\text{упр}}}{n_n} + P_b \right), \quad (15)$$

Підставивши отримані вирази (8), (11), (15) в рівняння (1), отримаємо:

$$\left\{ m_c \frac{d^2 x}{dt^2} = f_{\text{вн}} \left(\frac{F_{\text{упр}}}{n_n} + P_b \right) + f_{\text{внд}} \frac{F_{\text{упр}}}{n_n} \cdot \cos(\omega t) \right\} \quad (16)$$

де x, y – координати положення стеблових частин після взаємодії з розрівнюючим диском, м.

Після перетворення та підставляння меж інтегрування отримаємо.

$$\begin{aligned} x &= x_0 + V_{0x} \cdot t + \frac{1}{m_c} f_{\text{вн}} \cdot \left[\left(\frac{F_{\text{упр}}}{n_n} + P_B \right) \cdot \frac{t^2}{2} - \frac{F_{\text{упр}}}{n_n \cdot \omega^2} \cdot \cos(\omega t) \right] + \frac{F_{\text{упр}}}{n_n \cdot \omega^2} \\ y &= y_0 + V_{0y} \cdot t + \frac{1}{m_c} f_{\text{вн}} \cdot \frac{F_{\text{упр}}}{n_n \cdot \omega} \cdot (\frac{1}{\omega} \sin(\omega t) - t) \end{aligned}, \quad (17)$$

На підставі отриманого виразу було проведено дослідження траєкторій руху стеблових частинок за допомогою програми Mathcad [6, 8]. В якості вихідних параметрів задавалися: ступінь ущільнення (зменшення висоти валка при розрівнюванні), коефіцієнт тертя, кутова швидкість розрівнюючих дисків, кількість пальців, швидкість руху валка сіна. В результаті проведених досліджень отримано графік траєкторій руху стеблових частинок при роботі розрівнюючих дисків (рис. 4).

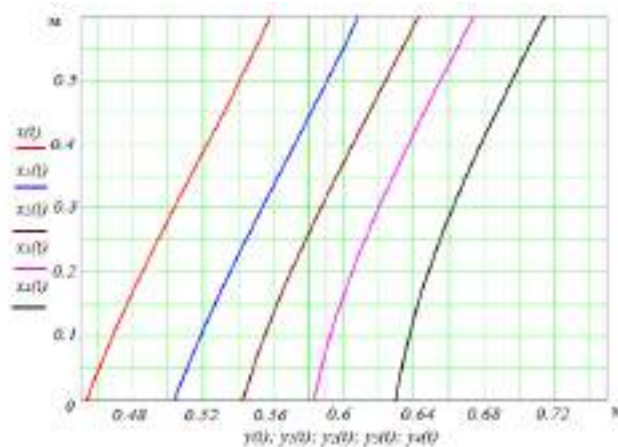


Рис. 4. Траєкторії руху стеблових частинок

**Джерело: сформовано автором*

На графіку наочно показано, що зміщення стеблових частинок, знаходяться ближче до центру розрівнюючого диска, трохи нижче, тому пальці розташовуються на диску в два ряди з переважним розташуванням по периферії. Аналіз отриманих траєкторій дозволив встановити основні параметри розрівнюючого пристрою: відстань між пальцями 0,15 – 0,2 м; ступінь ущільнення при розрівнюванні 20 – 25 %, кутова швидкість 23 – 30 рад/с, діаметр розрівнюючих дисків 0,74 м.

Також встановлено, що на зміщення стеблових частинок істотно впливає кількість пальців розрівнюючих дисків і відстань між ними, кутова швидкість розрівнюючих дисків та величина ущільнення валка сіна.

Таким чином, застосування пристрої у вигляді розрівнюючих дисків з пальцями дозволяє забезпечити рівномірний розподіл стеблових частинок по ширині захвату підбирача, забезпечивши попереднє ущільнення валка сіна перед подачею в камеру

пресування прес-підбирача, що сприяє отриманню рулонів з більшою масою і підвищенню рівномірності розподілу щільності сіна.

Висновки. В результаті аналізу технологій заготівлі стеблових кормів було встановлено, що традиційна технологія розсипного сіна не забезпечує потрібної кількості та якості сіна через високі ресурсовитрати. Все більшого поширення дістає технологія заготівлі тюкового сіна з поточною механізацією польових робіт. Дана технологія дозволяє значно скоротити витрати праці, зменшити втрати матеріалу, полегшити та здешевити перевезення і зберігання.

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.

Для підвищення рівномірності щільності сіна всередині рулону запропонований технологічний прийом розрівнювання валка при пресуванні. Для його реалізації розроблена конструктивно технологічна схема прес-підбирача з пристроєм, виконаним у вигляді двох розрівнюючих дисків з пружинними пальцями, що мають привод і обертаються по ходу руху валка в протилежні сторони, що дозволяє забезпечити розподіл стеблових частинок по ширині захвату підбирача, забезпечивши попереднє ущільнення валка сіна перед подачею в камеру пресування і отримувати рулони з більшою масою та рівномірним розподілом щільності стеблового корму.

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. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки / за ред. Кравчука В. І., Грицишина М. І., Коваля С. М. К.: Аграрна Наука, 2004. 396 с.

3. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва / за ред. Адамчука В. В., Грицишина М. І. К.: Аграрна наука, 2012. 416 с.

4. Кузьменко В. Ф., Максименко В. В., Холодюк О. В. Розвиток засобів механізації кормовиробництва. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний зб.* 2020. № 12 (111). С. 91–101.

5. Холодюк О.В., Твердохліб І.В., Кузьменко В.Ф. Обливості конструкцій сучасних візків-підбирачів та ефективність їх роботи при заготівлі стеблових кормів для виробництва високопоживної білково-вітамінної пасти та жому. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2023. № 4 (123). С.106–119.

6. Sereda L., Rutkevych V., Zinev M. Study of the mathematical model of hydraulic drives segment-finger mower unit. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018. № 1 (100). С. 111–123.

7. Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: Твори, 2019. 234 с.

8. Іванов М.І., Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Гідравліка: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2019. 222 с.

Владислава НАГОРЯНСЬКА⁵,
студентка 3 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НОЖОВИХ ДИСКІВ ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ

Анотація. Розглядається питання підвищення ефективності роботи ґрунтообробного агрегату, робочі органи якого здатні впливати на накопичення і збереження вологи при осінньому мілкому мульчуючому обробітку ґрунту. З метою підвищення накопичення і заощадження осінньо-зимової вологи запропонований технологічний процес мілкого мульчуючого (вологозберігаючого) обробітку ґрунту. Для його здійснення розроблено ґрунтообробний агрегат, обґрунтована його конструктивно-технологічна схема з робочими органами, які виконують розпушування поверхневого шару ґрунту, подрібнення стерньових залишків, їх рівномірне перемішування, а також розпушення нижче розташованого шару і подальше поверхневе вирівнювання з поверхневим ущільненням.

Ключові слова: ґрунтообробний агрегат, ґрунт, робочий орган, ножовий диск, мульча, вологозбереження, кут, атаки, тяговий опір, лезо.

Annotation. The question of increasing the efficiency of the tillage unit, whose working bodies are able to influence the accumulation and preservation of moisture during autumn shallow mulching, is considered. In order to increase the accumulation and saving of autumn-winter moisture, a technological process of shallow mulching (moisture-saving) tillage is proposed. For its implementation, a combined arget was developed, its structural and technological scheme with working bodies that perform loosening of the surface layer of the soil, grinding of stubble residues, their uniform mixing, as well as loosening of the lower layer and subsequent surface leveling with surface compaction, was developed.

Keywords: tillage unit, soil, working body, knife disk, mulch, moisture preservation, angle, attacks, traction resistance, blade.

Вступ. Існуючі способи по накопиченню і заощадженню ґрунтової вологи свідчать про можливість поліпшення вологозабезпеченості ґрунтів посушливих регіонів шляхом розробки більш ефективних вологозберігаючих ґрунтообробних технологій [1]. Одним з них є осінній мілкий мульчуючий обробіток, при якому створюється розпушений верхній шар ґрунту з замульчованою поверхнею. Верхній шар ґрунту при розпушуванні,

⁵Науковий керівник: к.т.н., доцент Руткевич В.С., кафедра машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

мульчуванні сприяє накопиченню та збереженню вологи не тільки в верхніх, але і в більш глибоких ґрунтових горизонтах.

Однак застосовувані знаряддя для мілкої мульчуючої обробки ґрунту не в повній мірі забезпечують якісні показники верхнього вологозберігаючого мульчуючого шару [1, 2].

Тому розробка ґрунтообробного агрегату для осіннього мілкої мульчуючої обробки, спрямованої на заощадження ґрунтової вологи є актуальним науковим і практично важливим завданням.

Виклад основного матеріалу. Для виконання осіннього мілкої мульчуючої обробки ґрунту з метою підвищення накопичення і заощадження вологи було спроектовано ґрунтообробний агрегат (рис. 1).

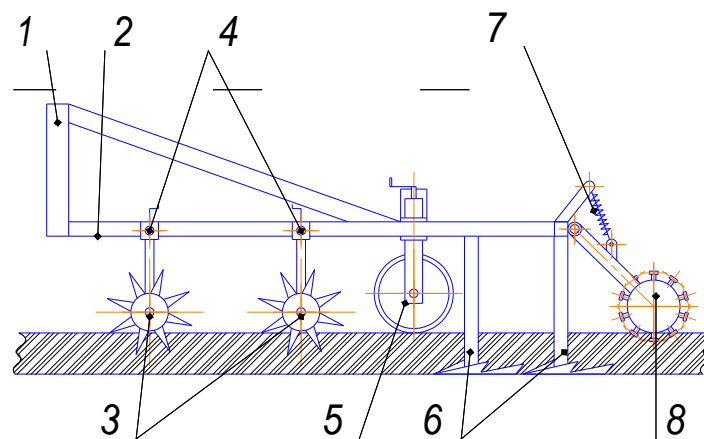


Рис. 1. Ґрунтообробний агрегат для мілкої мульчуючої обробки ґрунту: 1 – навісний пристрій; 2 – рама; 3 – батареї ножових дисків; 4 – механізми регулювання глибини обробки і кута атаки ножових дисків; 5 – опорно-регульовальні колеса; 6 – плоскоріжучі лапи з розпушувальними елементами лемешів; 7 – механізм довантажування катка; 8 – каток з штифтовими елементами
*Джерело: сформовано автором

Ґрунтообробний агрегат містить раму 2 з опорно-регульовальними колесами 5, навісний пристрій 1, батареї ножових дисків 3, встановлені в два ряди, один за одним з протилежними кутами атаки на передній частині рами 2, механізми регулювання 4 глибини обробки і кута атаки ножових дисків, плоскоріжучі лапи 6, встановлені в шаховому порядку на задній частині рами 2 і мають розпушувальні елементи лемешів, каток 8 з штифтовими елементами і механізм довантажування 7.

Технологічний процес роботи ґрунтообробного агрегату здійснюється наступним чином. Знаряддя переводять в робоче положення за допомогою навісної системи трактора. Попередньо, використовуючи механізми 4 регулювання глибини обробки і кута атаки ножових дисків, опорно-регульовальні колеса 5 і механізм 7 довантажування катка в залежності від виду і властивостей ґрунту регулюють кут атаки дисків, глибину обробки і рівень тиску катка на ґрунт.

При проході ґрунтообробного агрегату по полю батареї ножових дисків ножами виконують різання з ковзанням ґрунтових агрегатів і стерньових залишків косим дворазовим знакозмінним впливом, а також розпушування

бічними поверхнями ножів, утворюючи борозни та мульчуючи верхній шар ґрунту. Плоскоріжучими лапами з розпушувальними елементами, встановленими за батареями ножових дисків, підрізають шар ґрунту розташований глибше - до заданої глибини мілкої обробки і ефективно розпушують його за рахунок чергування створених деформацій стиснення і розтягування розпушувальними елементами лемешів.

Каток робочою поверхнею і штифтовими елементами додатково кришить грудки ґрунту, закладає в верхній шар стерньові залишки з одночасним його підповерхневим ущільненням і вирівнюванням.

Таким чином, при мілкій обробці ґрунту створюється якісно розпушений шар з замульчованою поверхнею, який в силу збільшення своєї водопроникності та вологемності підвищує проникнення атмосферних опадів в ґрунт та знижує втрати вологи на випаровування порівняно з традиційною технологією обробки.

Технологічний процес мілкої мульчуючого обробки ґрунту запропонованим знаряддям починається з впливу на нього двома рядами батарей ножових дисків, встановлених з різноспрямованими кутами атаки $\alpha_{ат}$. Батареї шириною $B_{бат}$ складені з ножових дисків, які розташовані на них з кроком (рис. 2).

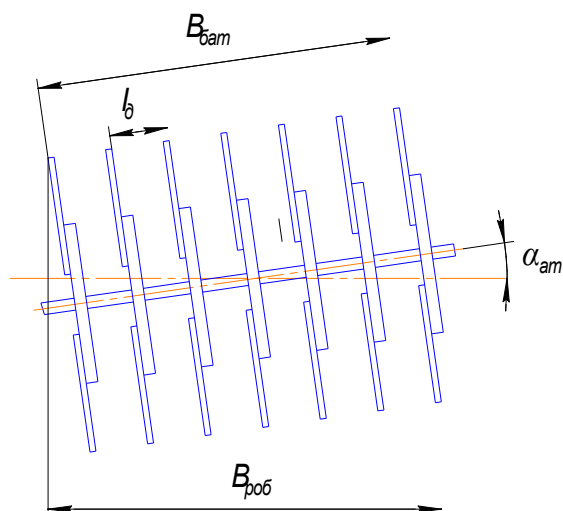


Рис. 2. Схема батареї ножових дисків

*Джерело: сформовано автором

Опір батареї дисків пропорційний робочій ширині захвату агрегату, тому визначимо питомий тяговий опір дискових робочих органів на 1 метр ширини захвату [3]:

$$P_{п.д} = \frac{m \cdot P_{нд}}{B_{бат} \cdot \cos P_{нд} \alpha_{ат}}, \text{ Н/м}, \quad (1)$$

Де:

m – число ножових дисків в батареї, шт.;

$P_{нд}$ – тяговий опір ножового диска, Н;

$B_{бат}$ – конструктивна ширина захвату дискової батареї, м;

$\alpha_{ат}$ – кут атаки дискової батареї, град.

В процесі роботи ножового диска, ножі, здійснюючи складний плоскопаралельний рух, по черзі врізаються в ґрунт. На підставі досліджень [3] тяговий опір ножового диска з урахуванням складових тягового опору ножів на різання та опору їх бічної поверхні, визначиться залежністю:

$$P_{нд} = \sum_{i=1}^{n_{нож}} \frac{\lambda \cdot \sin(\varphi_A + \varphi_t + (i-1) \cdot \Delta\varphi) - 1}{\sqrt{\lambda^2 - 2\lambda \cdot \sin(\varphi_A + \varphi_t + (i-1) \cdot \Delta\varphi) + 1}} \cdot (P_{різ} + P_{бок}), \text{ Н}, \quad (2)$$

Де:

$n_{нож}$ – кількість ножів на диску;

λ – кінематичний параметр ножового диска;

φ_A – центральний кут точки A контакту носка ножа з поверхнею ґрунту, град;

φ_t – кут повороту диска за час руху ножа в ґрунті, град;

$\Delta\varphi$ – кутовий крок розстановки ножів на диску, град;

$P_{різ}$ – опір різанню ножем ґрунту зі стерньовими залишками, Н;

$P_{бок}$ – опір ґрунту бічної поверхні ножа, Н.

Складова тягового опору ножа на різання ґрунту з стерньовими залишками визначиться з урахуванням його геометричних параметрів (рис. 3):

$$P_{різ} = \delta \cdot l_{леза} \cdot t_{леза}, \text{ Н}, \quad (3)$$

Де:

δ – питомий опір різанню, Па;

$l_{леза}$ – робоча довжина леза ножа, м;

$t_{леза}$ – товщина леза ножа, м.

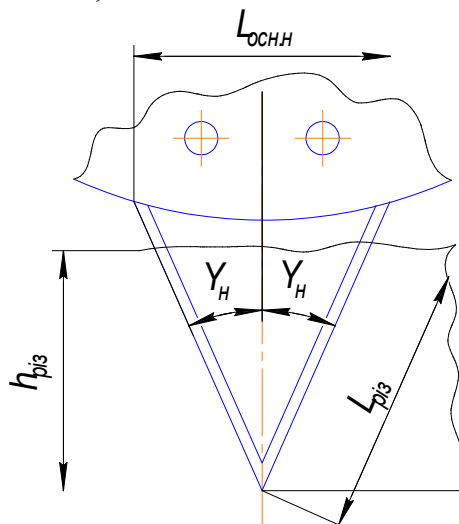


Рис. 3. Геометричні параметри ножа ножового диска

*Джерело: сформовано автором

Складова тягового опору ґрунту бічної поверхні ножа з урахуванням його геометричних параметрів визначиться залежністю:

$$P_{бок} = k_{пит} \cdot h_{рд}^2 \cdot tg\gamma_H \cdot \sin\alpha_{ат}, \text{ Н}, \quad (4)$$

Де:

$k_{\text{пит}}$ – питомий опір ґрунту для i -го ряду ножових дисків, Н/м;

$h_{\text{рд}}$ – глибина різання ґрунту ножовим диском, м.

Таким чином, тяговий опір батареї ножових дисків виразиться залежністю:

$$P_{\text{бат}} = m \cdot \sum_{i=1}^{n_{\text{нож}}} \frac{\lambda \cdot \sin(\varphi_A + \varphi_t + (i-1) \cdot \Delta\varphi) - 1}{\sqrt{\lambda^2 - 2\lambda \cdot \sin(\varphi_A + \varphi_t + (i-1) \cdot \Delta\varphi) + 1}} \cdot (\delta \cdot l_{\text{леза}} \cdot t_{\text{леза}} + k_{\text{пит}} \cdot h_{\text{рд}}^2 \cdot \text{tg}\gamma_H \cdot \sin\alpha_{\text{ат}}), \text{ Н} \quad (5)$$

Максимально можлива кількість ножів на диску (рис. 4) визначиться з геометричних параметрів ножа та диска, на якому вони закріплені:

$$n_{\text{нож}} = \frac{C_{\text{д}}}{l_{\text{осн.н}}}, \text{ ШТ}, \quad (6)$$

Де:

$C_{\text{д}} = 2\pi r \cdot R_{\text{д}}$ – довжина кола диска, м;

$R_{\text{д}}$ – радіус диска, м;

$l_{\text{осн.н}}$ – довжина основи (кріпильної частини) ножа, м.

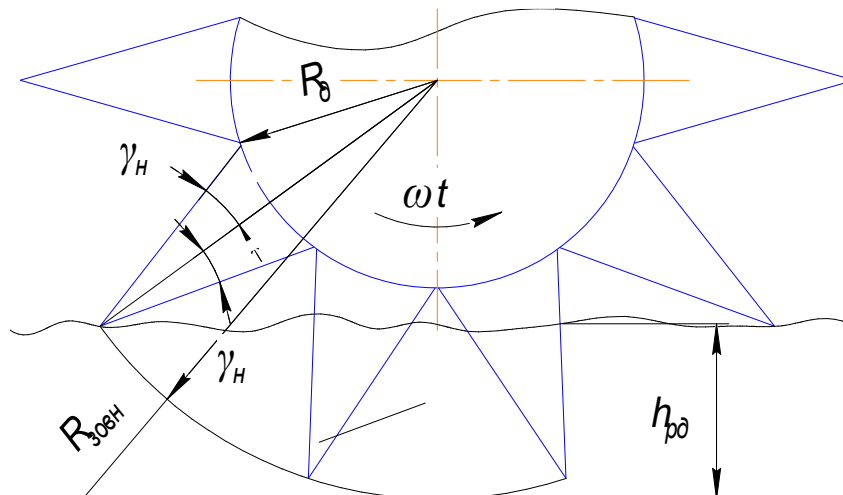


Рис. 4. Геометричні параметри ножового диска

*Джерело: сформовано автором

Виходячи з геометричних параметрів ножа (рис. 4), довжину його основи можна виразити залежністю:

$$l_{\text{осн.н}} = 2 \cdot (R_{\text{зовн}} - R_{\text{д}}) \cdot \text{tg}\gamma_H, \text{ м}, \quad (7)$$

де $R_{\text{зовн}}$ – зовнішній радіус диска з ножами, м.

Тоді максимально можлива кількість ножів на диску з урахуванням [3] визначиться залежністю:

$$n_{\text{нож}} = \frac{\pi \cdot R_{\text{д}}}{(R_{\text{зовн}} - R_{\text{д}}) \cdot \text{tg}\gamma_H}, \text{ ШТ}, \quad (8)$$

Отримане дробове значення кількості ножів необхідно округлити до цілого значення в меншу сторону.

Найважливішим завданням при роботі батареї ножових дисків є мінімізація енерговитрат на подрібнення та перемішування стерньових залишків з поверхневим шаром ґрунту. Це досягається впливом на стерньові залишки і ґрунт ножовим робочим елементом диска при виконанні умови сталого різання з ковзанням [4, 5]:

$$\alpha_n < (90^\circ - \varphi), \quad (9)$$

Де:

α_n – кут різання, град;

φ – кут зовнішнього тертя леза об ґрунт з стерньовими залишками, град.

З рис. 5 видно, що кут α_n вектора абсолютної швидкості і точки «А» визначається положенням миттєвого центру швидкостей v – точкою «О» і кутом γ_n між ріжучою кромкою ножа і радіусом диска. Причому вектор абсолютної швидкості в точці «А» руху леза перпендикулярний радіусу, проведеному до цієї точки з миттєвого центру швидкостей точки «О». Таким чином, можна записати, що $\alpha_n = 180^\circ - 90^\circ - \varepsilon_n$ або $\alpha_n = 90^\circ - \varepsilon_n$, де ε_n – кут між радіусом, проведеним з миттєвого центру швидкостей в точку «А», і лезом ножа ножового диска.

Отже, умова різання з ковзанням запишеться у вигляді:

$$90^\circ - \varepsilon_n < 90^\circ - \varphi \text{ чи } \varepsilon_n > \varphi.$$

Для визначення кута ε_n застосувавши теорему косинусів [5] до трикутника ΔAOC (рис. 5), виразивши кут $\angle CAO$, а також враховуючи, що $\angle CAO = \gamma_n + \varepsilon_n$, отримаємо:

$$\gamma_n + \varepsilon_n = \arccos\left(\frac{AC^2 + AO^2 - CO^2}{2 \cdot AC \cdot AO}\right), \quad (10)$$

Де:

γ_n – кут між ріжучою кромкою ножа і радіусом диска, град;

$AC = R_{\text{зовн}}$ – відрізок рівний зовнішньому радіусу диска з ножами, м;

$CO = R_0$ – відрізок дорівнює відстані від осі батареї до миттєвого центру швидкостей, м;

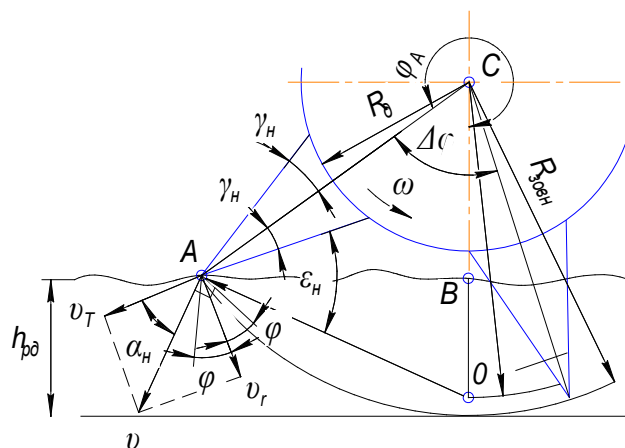


Рис. 5. Схема обґрунтування параметрів ножового диска

*Джерело: сформовано автором

AO – радіус, проведений з миттєвого центру швидкостей « O » до точки « A », м;

$\angle CAO$ – кут між радіусом, проведеним з миттєвого центру швидкостей в точку « A » і радіусом, проведеним з центру ножового диска в точку « A ».

Як відомо, умовний радіус визначає положення миттєвого центру швидкостей виражається через кінематичний параметр λ співвідношенням [5]:

$$R_0 = \frac{R_{\text{зовн}}}{\lambda}, \quad (11)$$

Враховуючи, що $AO^2 = AB^2 + BO^2$, $AB^2 = AC^2 - BC^2$, сторони $BO = h_{\text{рд}} - (R_{\text{зовн}} - R_0)$, $BC = R_{\text{зовн}} - h_{\text{рд}}$ і $AC = R_{\text{зовн}}$, визначимо радіус AO :

$$AO^2 = R_{\text{зовн}}^2 - (R_{\text{зовн}} - h_{\text{рд}})^2 + (h_{\text{рд}}(R_{\text{зовн}} - R_0))^2$$

або

$$AO^2 = (h_{\text{рд}} - R_{\text{зовн}} + R_0)^2 + 2h_{\text{рд}}R_{\text{зовн}} - h_{\text{рд}}^2 \quad (12)$$

Тому, з огляду на вираз (11), виразимо $\varepsilon_{\text{н}}$ із залежності (10):

$$\varepsilon_{\text{н}} = \arccos \left(\frac{h_{\text{рд}} - R_{\text{зовн}}(1 - \lambda)}{\sqrt{R_{\text{зовн}}^2 + R_{\text{зовн}}^2 \cdot \lambda^2 - 2R_{\text{зовн}}^2 \cdot \lambda + 2 \cdot h_{\text{рд}} \cdot R_{\text{зовн}} \cdot \lambda}} \right) - \gamma_{\text{н}}, \quad (13)$$

Так як з умови різання з ковзанням маємо $\varepsilon_{\text{н}} > \varphi$, то з урахуванням виразу (13), умова стійкого процесу різання з ковзанням набуде вигляду:

$$\gamma_{\text{н}} < \arccos \left(\frac{h_{\text{рд}} - R_{\text{зовн}}(1 - \lambda)}{\sqrt{R_{\text{зовн}}^2 + R_{\text{зовн}}^2 \cdot \lambda^2 - 2R_{\text{зовн}}^2 \cdot \lambda + 2 \cdot h_{\text{рд}} \cdot R_{\text{зовн}} \cdot \lambda}} \right) - \varphi, \quad (14)$$

Виконання даної умови при виготовленні ножа ножового диска дозволить дисковим батареям стійко здійснювати технологічний процес розпушування ґрунту на задану глибину і подрібнювати стерньові залишки без їх волочіння і забивання ними батарей.

Висновки. За результатами теоретичного обґрунтування технологічного процесу осіннього мілкового мульчуючого обробітку ґрунту ґрунтообробного агрегату з новими робочими органами можна зробити наступні висновки:

1. Теоретично обґрунтовано основні конструктивні і технологічні параметри батарей ножових дисків.

2. Виведено залежності тягового опору робочих органів знаряддя від їх основних конструктивних і технологічних параметрів, а також фізико-механічних властивостей ґрунту.

Таким чином, отримані залежності тягового опору робочих органів ґрунтообробного агрегату дозволять теоретично визначити енерговитрати процесу обробітку ґрунту на стадії проектування машини і намітити напрямки її зниження.

Список використаної літератури

1. Іванюта М.В. Моделювання потокової адаптивної системи керування обробіткою ґрунту. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2023. № 2 (121). С. 97–105.
2. Веселовська Н.Р., Бурлака С.А. Методи та прийому комбінування робочих органів комплексних ґрунтообробних машин. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія Технічні науки*. 2023. №1 (317). С. 42–47.
3. Труханська О.О. Дослідження впливу конструктивних параметрів робочого органу ґрунтообробної машини на енергомісткість та якість обробітку ґрунту *Вібрації в техніці та технологіях*. 2023. № 1 (108). С. 104–109.
4. Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А., Руткевич В.С., Моторна О.О. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: Твори, 2020. 355 с.
5. Войтюк Д.Г., Барановський М.В., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.

Андрій МАЗУР⁶,
студент 4 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ КОРМОВИХ ДОМІШОК ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

Анотація. Екологічна свідомість населення нашої держави в плінні останніх років стає все більш усвідомленою щодо важливості збереження навколишнього середовища та раціонального використання природних ресурсів. Ця тенденція відображає загальний рух суспільства до більш екологічної роботи і в сільському господарстві, особливо в контексті вирощування продукції тваринництва. Одним із ключових аспектів цієї проблеми є використання екологічно чистих кормових домішок. Замість традиційних методів, які можуть негативно впливати на навколишнє середовище та здоров'я тварин і людей, виробники все частіше обирають екологічно чисті альтернативи. У цій статті ми розглянемо переваги та виклики, пов'язані з використанням екологічно чистих кормів у тваринництві та їх вплив на якість та стабільність виробництва.

Ключові слова: виробництво, продукція тваринництва, екологічність, корми, тваринництво, кормова добавка.

Annotation. In recent years, the ecological consciousness of the population of our country has become more and more aware of the importance of environmental

⁶Науковий керівник: Бабин І.А. к.т.н., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

protection and rational use of natural resources. This trend reflects the general movement of society towards more ecological work in agriculture as well, especially in the context of growing livestock products. One of the key aspects of this problem is the use of environmentally friendly feed additives. Instead of traditional methods, which can negatively affect the environment and the health of animals and people, manufacturers are increasingly choosing environmentally friendly alternatives. In this article, we will examine the benefits and challenges associated with the use of environmentally friendly feed in livestock production and their impact on the quality and stability of production.

Key words: *production, animal husbandry products, environmental friendliness, fodder, animal husbandry, feed additive.*

Вступ. Одним із ключових аспектів вирощування продукції тваринництва є використання екологічно чистих кормових домішок. Замість традиційних методів, які можуть негативно впливати на навколишнє середовище та здоров'я тварин і людей, виробники все частіше обирають екологічно чисті альтернативи.

Виробництво біологічно активних кормових добавок є одним із способів створення можливостей для виготовлення екологічно чистої продукції в тваринництві. Сучасний світ стикається з ростом усвідомленості щодо здоров'я та довголіття людини, яке значною мірою залежить від якості продуктів, що споживаються. Основною метою виробництва екологічно чистої продукції тваринництва є забезпечення населення натуральними, безпечними та екологічно чистими харчовими продуктами високої якості.

Сировиною для виробництва таких добавок використовуються зернові та масляничні культури, соя, зелена маса сіяних трав, фітосировина лікарських рослин та ін. Ці компоненти утворюють сировинну базу для виробництва екологічно чистих кормових добавок, які сприяють покращенню якості та ефективності вирощування тваринницької продукції [1,2].

Для досягнення високого рівня рентабельності виробництва необхідно раціонально використовувати всі компоненти, отримані при переробці рослинної сировини. Наприклад, трав'яний жом зеленої маси може бути використаний для виготовлення сінажу, а коричневий сік може бути використаний у технології виробництва сінажу разом із соломою. Ця технологія виробництва не тільки сприяє покращенню якості продукції тваринництва, але й впливає на екологічну стійкість господарства та здоров'я людини. Процес виробництва екологічно чистих біологічно активних кормових добавок відображає загальний рух суспільства до створення більш сталого та екологічно безпечного майбутнього для наступних поколінь..

Виклад основного матеріалу. Виробництво біологічно активних кормових добавок має за мету створення можливостей для виготовлення екологічно чистої продукції в тваринництві. Це стає особливо актуальним у сучасному світі, де здоров'я та довголіття людини значною мірою залежать від якості продуктів, яка споживається. Основною метою виробництва екологічно чистої продукції є забезпечення населення натуральними, безпечними та

екологічно чистими харчовими продуктами високої якості. Це сприяє зменшенню впливу виробництва на навколишнє середовище та збереження екологічної чистоти (повітря, вода, ґрунт), що є ключовим для забезпечення якості життя та здоров'я людини.

Найбільш придатною сировиною для виробництва таких добавок є: соя, зелена маса сіяних трав та фіто сировина лікарських рослин. Ці компоненти можуть скласти сировинну основу такого виробництва.

Для досягнення високого рівня рентабельності такого виробництва необхідно забезпечити раціональне використання всіх компонентів, які втримуються при переробці рослинної сировини по поживній цінності:

- найбільш вагомим є трав'яний жом зеленої маси, який отримують при її вологому фракціонуванні;

- наситупним компонентом (якщо не брати до уваги білково-вітамінну пасту) є коричневий сік, який має у своєму складі певну кількість цінних компонентів, як білку, так і розчинних вуглеводів, мінеральних речовин, вітамінів та мікроелементів.

Таким чином для високоефективного функціонування виробництва екологічно чистих біологічно активних кормових добавок необхідно пов'язувати з утримуванням великої рогатої худоби, яка буде споживачем трав'яного жому та коричневого соку для кормових цілей.

Шкідливі речовини, що потрапляють в організм людини, близько 70% надходить з вживаною їжею, 20% з навколишнього середовища та 10% з водою.

Екологічні ланцюги, які найбільш вразливі від забруднення (рис.1):



Рис. 1. Екологічні ланцюги галузі тваринництва.

Чим довше міграційний шлях тим менша накопиченість і вірогідність небезпеки для здоров'я людини представляють ксенобіотики, бо в наслідок хімічної взаємодії вони піддаються деструкції і різним перетворенням.

Основним компонентом для виробництва екологічно чистих біологічно активних кормових добавок є білково-вітамінна паста, яка утримується при вологому фракціонуванні зеленої маси сіяних трав і має у своєму складі як високоякісний рослинний білок, що по амінокислотному складу наближується до тваринних білків, так і комплекс натуральних вітамінів та мікроелементів.

Трав'яний жом може використовуватись як сировина для виготовлення сінажу, а коричневий сік використовуватися у технології виробництва сінажу при його використанні разом із соломою.

Загальна схема технології організації виробництва продукції тваринництва при міжгосподарській чи галузевій спеціалізації екологічно чистої продукції тваринництва м'ясного напрямку (рис. 2).

Виробництво екологічно чистої продукції тваринництва з використанням у технології виробництва екологічно чистих активних кормових домішок повинна включати як мінімум чотири складові:

- по виробництву кормових компонентів;
- приготуванню біологічно активних кормових добавок;
- виробництву продукції тваринництва;
- переробки продукції тваринництва.

Кожний з цих складових повинен забезпечувати необхідну чистоту та екологічність продукції – тільки за цих умов можливо забезпечити необхідну екологічну чистоту результуючої продукції.

В Україні на сьогодні налічується понад ста органічних господарств [4]. Їх досвід показує, що виробництво екологічно чистої продукції може бути економічно привабливим.

Технологія виробництва екологічно чистих біологічно активних кормових добавок оснований на використанні в якості сировини натуральних кормових компонентів. Переробка цих основних компонентів проводиться без застосування хімічних реагентів та інших технологічних операцій, які можуть порушувати екологічну чистоту готового продукту.

Зелена маса сіяних трав при переробці піддається подрібненню, розділенню на рідку і волокнисту фракції, кожна із яких в подальшому переробляється і використовується окремо.

Трав'яний сік піддається нагріванню до температури $t = 85 - 90$ С, при якій відбувається коагуляція білкової фракції соку та її агрегування. Після цього білковий згусток відділяється від рідкої частини фільтруванням (або центрифугуванням) і отримується білкова паста вологістю $W = 65 - 70$ %, в якій крім білка концентрується також більша частина вітамінів та мікроелементів [5]. Це і є основний компонент екологічно чистих біологічно активних кормових добавок, який в подальшому консервується сіллю (NaCl) в кількості 6 – 10 % і закладається в підвальне сховище на тривале зберігання у поліетиленових мішках, або іншій тарі. По мірі потреби цей компонент використовується з додаванням переробленої сої (в якій інактивовані антипоживні речовини) та компоненти фітосировини лікарських рослин, які мають профілактичні та лікувальні властивості, та властивості. Що підвищують продуктивність тварин.



Рис. 2. Схема організації виробництва екологічно чистої продукції тваринництва м'ясного напрямку між господарствами.

Ця суміш і представляє собою основу біологічно активних екологічно чистих кормових добавок.

Рідкий компонент трав'яного соку – коричневий сік містить у своєму складі незначну частину поживних речовин і використовується окремо (наприклад додавання в зрошувальну воду у якості добрива).

Волокниста частина, що залишається після переробки зеленої маси використовується для приготування сінажу разом з соломною (як поглинач рідини та грубий компонент корму).

Поживність зеленої маси люцерни і продуктів її переробки наведено в таблиці 1 [6]:

Таблиця 1

Поживність зеленої маси люцерни і її продуктів переробки (% заг. маси)

Матеріал	Вода	Суша речовина	Сирий жир	Сирий протеїн	Сира клітковина	БЕР	Каротин, мг/кг
Зелена маса	74,7	25,3	0,41	5,47	6,2	10,9	31,68
Паста (протеїн)	87,0	13,38	0,60	10,37	0,95	-	43,02
Трав'яний жом	63,1	37,2	0,59	6,84	11,81	14,94	31,12
Коричневий сік	92,9	7,1	0,18	1,75	0,31	-	залишок

Технології виробництва кормів та кормосумішей, які використовуються і розробляються мають певні різниці у порівнянні з стандартними.

Технологія заготівлі сінажу з жому люцерни відрізняється від стандартної тим, що в жом додається солома з коричневим соком. Це дає змогу використати коричневий сік, у двічі збільшити темп загрузки сховища (покращуючи умови консервації), а також отримати вдвічі більшу сінажну масу.

Технологія приготування комбикормів відрізняється від стандартної додаванням у якості білково-вітамінної добавки (БВД) до зернової суміші біологічно активної добавки у кількості до 10%, яка складається з протеїнової пасти вологістю ~ 70 % та сої у співвідношенні 1:1. До такої добавки також повинні додаватися препарати з лікарської та профілактичної дії виготовлені з фітосировини лікарських рослин. У інших аспектах технологія приготування комбикормів не змінюється.

Технології виробництва органічних добрив та біогазу не змінюється і повністю використовується у стандартному вигляді. Органічні добрива, що отримують при цьому використовують повністю у рослинництві, а біогаз використовують в якості пального в технології приготування екологічно чистих біологічно активних добавок, та при необхідності, на інші господарські цілі.

Технології виробництва біодизелю також використовується у незмінному вигляді. Для її застосування у якості сировини використовується соєва олія, яка отримується при переробці сої при приготуванні екологічно чистих біологічно активних добавок. Біодизель використовується на господарські потреби.

Висновки. На сьогоднішній день, перехід до екологічно чистих кормових домішок вирішує не лише проблему забезпечення здорової та безпечної їжі для людей, але й сприяє збереженню довкілля та підтримці сталого розвитку.

Впровадження технології виробництва екологічно чистих біологічно активних кормових добавок відкриває шлях до створення більш сталого та екологічно безпечного сільського господарства.

Замість традиційних методів сучасне оновлення технології пропонує використовувати натуральні компоненти та мінімізувати вплив на навколишнє середовище. Крім того покращення якості кормів та підвищення продуктивності тварин є важливим аспектом для сучасного сільськогосподарського сектору. Такий підхід сприяє збереженню ресурсів та створює передумови для сталого розвитку галузі.

Список використаної літератури

1. Органічне сільське господарство - що це таке. *Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу*. <https://propozitsiya.com/ua/organichne-silске-gospodarstvo-shcho-ce-take> (дата звернення 26.03.2024).

2. Національний проект «Відроджене скотарство». *Ефективне тваринництво*. 2012. № 8(64). С. 14–16.

3. Актуальні питання годівлі сільськогосподарських тварин / Г.О. Богданов, Д.О. Мельничук, І.І. Ібатуллін та ін. // Науковий вісник НАУ. – Вип. 74. – 2004. – С. 11–24.

4. Луц П.М., Троїцька О. О. Технологічні вимоги до процесу виробництва консервованого корму з пивної дробини (продовженого терміну зберігання). Праці Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного. 2012. Вип. 12. Т. 1. С. 105–108.

5. Сироватко К.М., Зотько М.О., Технологія кормів та кормових добавок. *Навчальний посібник*. Вінниця: ВНАУ, 2020.- 263 с.

6. Вирощування люцерни та її кормова цінність. *Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу*. <https://propozitsiya.com/ua/viroshchuvannya-lucerni-ta-yiyi-kormova-cinnist> (дата звернення 26.03.2024).

Іван НАГОРНЯК⁷,
Студент 3-го курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький Національний Аграрний Університет
Вінниця, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ТУРБОДИЗЕЛІВ У ЯКОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ – ЗАПОРУКА ЕНЕРГООЩАДНОСТІ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

Анотація. В даній статті розглядається використання турбодизелів як енергетичних засобів у сільському господарстві. Зокрема, внесок цих двигунів у енергозабезпечення аграрного сектора, а також переваги використання їх у сільському господарстві. Стаття також висвітлює практичні аспекти використання турбодизелів та їхню роль у досягненні економії палива та підвищенні ефективності виробництва.

Ключові слова: турбодизель, турбонадування, потужність двигуна, робочий цикл двигуна, тепловий розрахунок, питома поршнева потужність.

Annotation. This article examines the use of turbodiesels as energy sources in agriculture. In particular, the advantages of using these engines compared to other types are considered, as well as their contribution to the energy supply of the agricultural sector. The article also highlights the practical aspects of using turbodiesels and their role in achieving fuel economy and increasing production efficiency.

Keywords: turbodiesel, turbocharging, engine power, engine duty cycle, thermal calculation, specific piston power.

Вступ. Зростання вартості палива та зменшення його запасів змушують підприємства шукати нові енергоефективні рішення. Зниження прибутковості «аграрного бізнесу», обмежують підприємців у можливості придбання більш потужної техніки. Використання турбодизелів у якості енергетичних засобів є

⁷Науковий керівник: Анісімов В.Ф. д.т.н., професор кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

однією з ключових технологій, що дозволяє досягати високої ефективності і економії палива в агропромисловому комплексі.

Дослідження можливостей використання турбодизелів як енергетичних засобів у агропромисловому комплексі з метою збільшення потужності, енергоощадності та економії коштів.

Система турбонадування – система двигуна внутрішнього згорання на основі турбокомпресора, що забезпечує подачу повітря під тиском (надування) у циліндри за рахунок використання енергії відпрацьованих газів [1].

Турбонадування є найефективнішою системою підвищення потужності двигуна внутрішнього згорання без збільшення частоти обертання його колінчастого вала або робочого об'єму циліндрів. Окрім збільшення потужності, турбонадування забезпечує зниження токсичності відпрацьованих газів за рахунок більш повного згорання палива та економію палива в розрахунку на одиницю потужності.

Виклад основного матеріалу. Основним конструктивним елементом системи турбонадування, який забезпечує підвищення тиску повітря у впускній системі, є турбокомпресор. Конструкція турбокомпресора об'єднує два колеса — турбінне й компресорне, розташовані на спільному валу ротора. Кожне з коліс, а також вал з підшипниками поміщені в окремі корпуси (рис. 1).

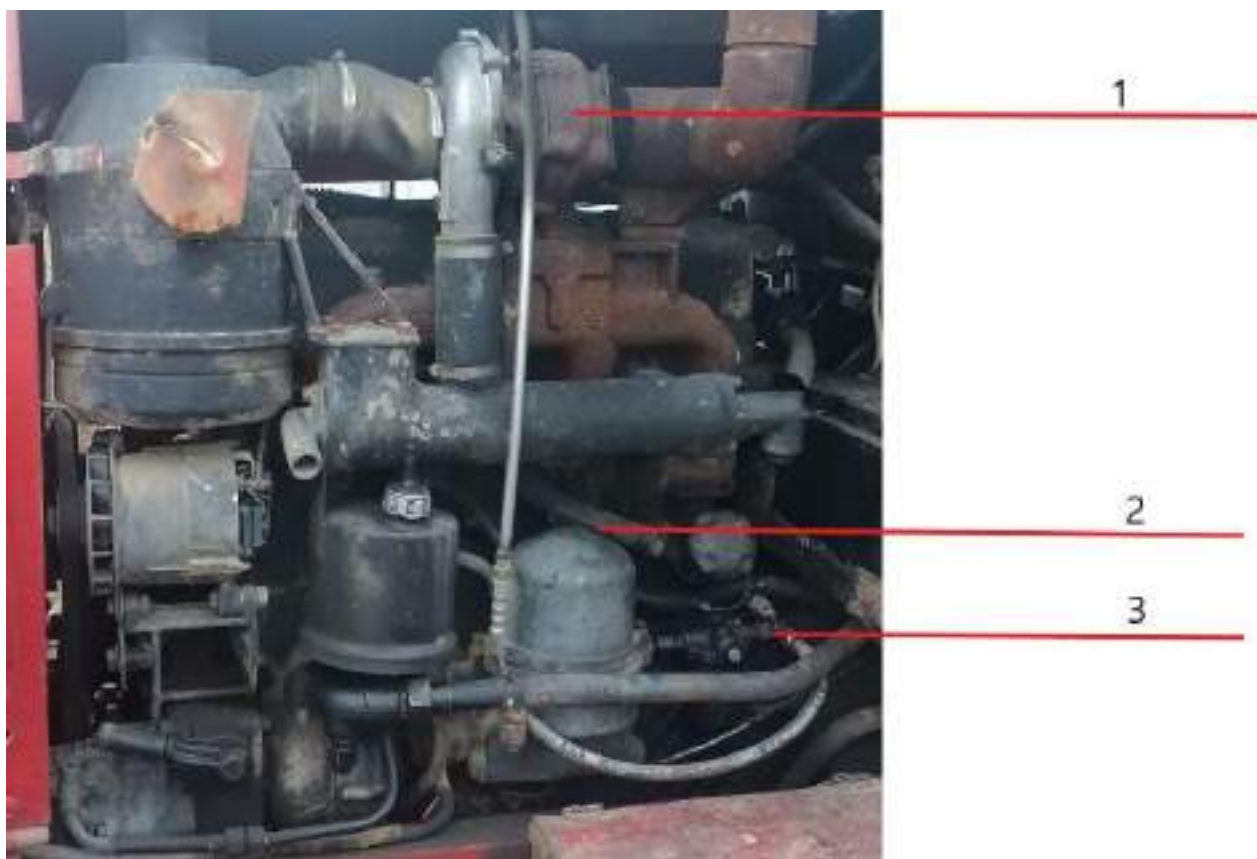


Рис. 1. Конструкція системи турбонадування.

1 – турбокомпресор; 2 – злив мастила; 3 – додатковий фільтр, з якого йде подача мастила до турбокомпресора.

Турбінне колесо сприймає та передає енергію відпрацьованих газів на вал ротора. Колесо обертається в корпусі спеціальної форми (рис. 2). Турбінне

колесо і корпус турбіни виготовляються з жароміцних матеріалів (сплави металів, кераміка).

Так як при використанні наддування повітря в циліндри подається примусово (під тиском), а не тільки за рахунок розрідження, створюваного поршнем (розрідження здатне засмоктати тільки обмежену кількість суміші повітря з паливом), то в двигун потрапляє більша кількість паливної суміші. Як наслідок, при згорянні збільшується об'єм згорання суміші палива з повітрям, більша кількість газу що утворився створює вищий тиск і відповідно виникає більша сила, що тисне на поршень.

Система турбонаддування має низку негативних особливостей, в силу своїх конструкційних особливостей, серед яких з одного боку – затримка у зростанні потужності двигуна, при різкому натисненні на педаль газу, так звана «турбояма», з іншого – різке зростання тиску наддування після подолання «турбоями», т.з. «турбопідхоплення». «Турбояма» обумовлена інерційністю системи (для підняття тиску наддування при різкому натисненні на педаль газу потрібно деякий час), яка приводить до невідповідності між потрібною потужністю та продуктивністю компресора [2].

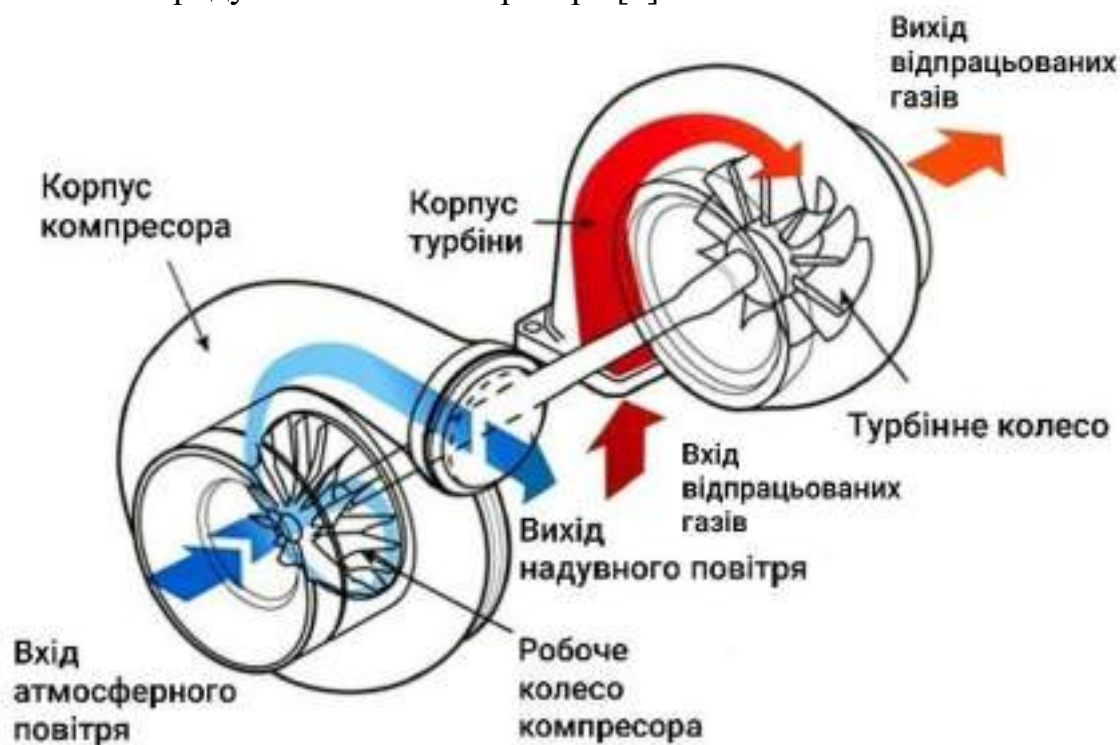


Рис. 2. Система турбонаддуву, принцип роботи

Зазвичай, у турбодвигунів є меншою питома ефективна витрата палива (грам на кіловат-годину, г/(кВт·год)), і вищою літрова потужність (потужність, що знімається з одиниці робочого об'єму двигуна – кВт/л), що дає можливість суттєво збільшити потужність невеликого двигуна без збільшення частоти обертання [1].

Об'єктом дообладнання пропонується двигун Д-65, що використовується на тракторах ЮМЗ-6.

Трактори ЮМЗ-6, тягового класу 1,4 кН набули широкого використання на невеликих фермерських господарствах, проте специфіка роботи цих

тракторів, а також змінні навантаження внаслідок рельєфу чи твердості ґрунту, час від часу виникає дефіцит потужності, що необхідна для подолання короткочасних навантажень чи роботи на підйомах. Для вирішення цієї проблеми пропонується форсування потужності двигуна Д-65 за рахунок використання турбонаддування.

Однак, таке дооснащення потребує не тільки застосування додаткових вузлів та деталей, але й обґрунтованого наукового підходу, так як після переобладнання відбувається зміна робочого процесу двигуна, а також його параметрів.

У зв'язку з цим, в першу чергу було проведено теоретичні порівняльні дослідження двигуна Д-65 та обґрунтований вибір турбокомпресора.

Методи дослідження: Для цього проводимо тепловий розрахунок двигуна 4Ч11,0/13,0, використовуючи відомі залежності, засновані на методиці Гриневецького-Мазинга із використанням математичного редактора Mathcad та електронних таблиць Microsoft Excel [2].

Проводимо повірочний розрахунок показників робочого циклу, що впливають на технічну характеристику заявлену виробником [3].

Вибір вихідних даних. Вихідні дані вибираємо, використовуючи технічну характеристику двигуна та інші довідкові дані, які наводимо в таблиці 1.

Таблиця 1

Вихідні дані для теплового розрахунку двигуна 4Ч11,0/13,0 [7].

Параметри	Показники	
Заводська марка двигуна	Д-65	
Номінальна потужність N_e , к.с./кВт	61,9/45,6	
Номінальна частота обертання колінчастого вала n , об/хв.	1800	
Ступінь стиску ε	17,3	
Питома витрата палива g_e , г/(кВт · год)	245	
Відношення ходу поршня до його діаметру S/D , мм/мм	130/110 = 1,18	
Коефіцієнт підвищення тиску λ	1,31	
Коефіцієнт надлишку повітря α	1,55	
Коефіцієнт дозарядки $\varphi_{доз}$	1,02	
Коефіцієнт активного тепловиділення ξ	0,86	
Температура підігрівання заряду ΔT , К	21	
Температура відпрацьованих газів T_r , К;	785	
Тиск відпрацьованих газів p_r , МПа	0,111	
Показник політропи розширення n_2	1,28	
Температура навколишнього повітря T_0 , К	293	
Атмосферний тиск p_0 , МПа	0,1	
Елементний склад палива в долях одиниці	вуглецю C	0,857
	водню H	0,133
	кисню O	0,010
Молекулярна маса палива μ , кг/кмоль	190	
Нижча теплота згорання палива QH , кДж/кг	42500	
Коефіцієнт повноти індикаторної діаграми ν	0,95	

Продовження таблиці 1

Кількість циліндрів i	2
Сума квадрату коефіцієнту затухання швидкості руху заряду в розглядуваному перерізі циліндра та коефіцієнту опору впускної системи, віднесеного до найменшого її перерізу $\beta^2 + \xi_{вп}$	2,5
Середня швидкість руху заряду в найменшому перерізі впускної системи $\omega_{вп}$, м/с	80
Питома газова стала повітря R , Дж/(кг·°К)	287

Провели повірочний розрахунок показників робочого циклу, що впливають на технічну характеристику заявлену виробником [4]. Результати порівняння з паспортними вказали в таблиці 2.

Таблиця 2

Порівняння розрахункових показників двигуна з паспортними

Показники	Значення		Відхилення, %
	Паспортні	Розрахункові	
Номінальна ефективна потужність двигуна N_e , к.с./кВт	45,6/61,9	47,7/61,45	4,4
Номінальна частота обертання колінчастого вала n , об/хв.	1800	1800	0,00
Питома витрата палива g_e , г/(кВт·год)	245 (180)	250 (183)	2
Діаметр циліндра D , мм	105	108	2,8
Хід поршня S , мм	120	119,789	0,18

Таким чином, використовуючи вихідні дані з таблиці 1, розраховуємо двигун 4ЧН 11,0/13,0, використовуючи програму Mathcad 15.0. Результати розрахунку приводимо в таблиці 3.

Таблиця 3

Результати теплового розрахунку двигуна 4ЧН11,0/13,0

Параметри		Показники
1		2
Коефіцієнт залишкових газів γ_r		0,023
Тиск в кінці такту впуску P_a , МПа		0,12
Втрати тиску при впуску ΔP_a , МПа		0,012
Густина заряду при впуску ρ_K , кг/м ³		1,5
Температура в кінці процесу впуску T_a , К		353
Коефіцієнт наповнення циліндра η_v		0,88
Показник політропи стиску n_1		1,354
Тиск в кінці процесу стиску P_c , МПа		6
Температура кінця стиску T_c , К		971
Кількість повітря, що теоретично необхідна для згорання одногокілограма палива	l_0 , кг/кг	14,519
	L_0 , кмоль/кг	0,5
Молярна маса повітря μ_n , кг/кмоль		29

Продовження таблиці 3

Дійсна кількість повітря, що використовується для згорання 1 кг палива $L_{0Д}$, кмоль/кг	0,77
Кількість паливо-повітряної суміші, що одержана з 1 кг палива M_1 , кмоль/кг	0,78
Кількість продуктів згорання M_2 , кмоль/кг	0,8
Хімічний коефіцієнт молекулярної зміни β_0	1,036
Дійсний коефіцієнт молекулярної зміни β	1,035
Температура в кінці згорання T_Z , К	2184
Тиск в кінці згорання P_Z , МПа	7,9
Ступінь попереднього розширення ρ	1,77
Ступінь остаточного розширення δ	9,73
Тиск в кінці розширення P_b , МПа	0,43
1	2
Температура в кінці розширення T_b , К	1155
Розрахунковий середній індикаторний тиск P_i' , МПа	1,172
Дійсний середній індикаторний тиск P_i , МПа	1,09
Індикаторний коефіцієнт корисної дії η_i	0,43
Питома індикаторна витрата палива g_i , г/(кВт·год)	195,7
Тиск, що затрачається на механічні втрати двигуна P_m , МПа	0,199
Середня швидкість поршня $W_{нсп}$, м/с	7,8
Середній ефективний тиск P_e , МПа	0,892
Механічний ККД η_m	0,81
Ефективний ККД η_e	0,35
Ефективна питома витрата палива g_e , г/(кВт·год)	239,2
Необхідний літраж двигуна V_l' , л	3,4
Необхідний робочий об'єм циліндра V_h , л	12,3
Розрахунковий діаметр циліндра D_p , мм	97,2
Розрахункова потужність повірочного двигуна $N_{ер}$, кВт	66
Площа поршня F_n , см ²	94,9
Дійсний літраж двигуна V_l , л	4,8
Номінальний ефективний крутний момент M_e , Н·м	350,5
Годинна витрата палива G_n , кг/год	15,8
Літрова потужність двигуна N_l , кВт/л	13,6
Питома поршнева потужність N_n , кВт/дм ²	17,3

Результати проекту. Використовуючи отримані дані порівняємо, за результатами теплового розрахунку двигуна 4Ч11,0/13,0 та 4ЧН11,0/13,0 деякі основні експлуатаційні показники дизеля з наддувом та без наддуву (таблиця 4) [5].

Таблиця 4

Порівняння показників турбодизеля та двигуна-прототипу на номінальному режимі.

Показники	Значення		Відхилення, %
	Базові	Проектні	
Експлуатаційна потужність (номінальна), кВт (к.с.)	45,2 (61,45)	66 (89,7)	46
Частота обертання колінчастого вала при номінальній потужності, об/мин	1800	1800	0

Продовження таблиці 4

Питома витрата палива при номінальній потужності, г / кВт · год (г / к.с. · год)	245 (180)	239,2 (176)	2,37
Діаметр циліндра, мм	110	97,2	11,6
Хід поршня, мм	130	130	0
Коефіцієнт наповнення η_v	0,84	0,88	4,7
Ступінь підвищення тиску повітря в компресорі, nk	1	1,45	45
Густина свіжого повітря при вході в циліндр, кг/м ³	1,18	1,51	27,9

Висновок. Таким чином, можемо зробити висновок, що дооснащення «атмосферних» дизельних двигунів турбонадуванням є достатньо актуальним питанням, а задача підвищення експлуатаційних показників двигуна, може бути вирішена дообладнанням дизельного тракторного двигуна турбокомпресором. Це дає можливість збільшити експлуатаційну потужність на 46%, коефіцієнт наповнення на 4,7%, густину свіжого повітря при вході в циліндр на 27,9% та зменшити питому витрату пального на 2,37 %.

Список використаної літератури

1. Система турбонадування. веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D0%B4%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F (дата звернення 25.03.2024).

2. Рябошапка В. Б., П'ясецький А. А., Єленич А. П., Форсування потужності дизельного двигуна за рахунок використання турбонадування. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018. Вип. 4 (103). С. 74-86.

3. Двигун Д-65. веб-сайт. URL: <https://gst.com.ua/traktornie-dvigateli/dvigatel-d65-motor-detail> (дата звернення 25.03.2024).

4. Анісімов В.Ф., П'яецький А.А. Розрахунок тягової характеристики трактора, динамічної і економічної характеристики автомобіля: методичні вказівки для виконання курсової роботи. Вінниця, 2010. 95 с.

5. Улексін В.О. Тепловий і динамічний розрахунки автотракторних двигунів: методичні вказівки до розрахункової роботи з дисципліни. Дніпропетровськ, 2009. 71 с.

Володимир НОВИЙ⁸,
Студент 3-го курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький Національний Аграрний Університет
Вінниця, Україна

АКТУАЛЬНІ МОДЕЛІ ТРАКТОРІВ СЬОГОДЕННЯ

***Анотація.** Сільське господарство постійно еволюціонує, і трактори не виняток. Сьогодні на ринку представлений широкий спектр моделей, кожна з яких має свої особливості та переваги. У цій статті ми дослідимо найактуальніші моделі тракторів 2024 року.*

***Ключові слова:** трактор, переваги, недоліки, потужність.*

***Annotation.** Agriculture is constantly evolving, and tractors are no exception. Today, there is a wide range of models on the market, each with its own features and benefits. In this article, we will explore the most relevant tractor models of 2024.*

***Keywords:** tractor, advantages, disadvantages, power.*

Вступ. Сільське господарство – це динамічна галузь, де технології постійно розвиваються. Це стосується і тракторів, які є невід'ємною частиною сучасного аграрного виробництва. Сьогодні на ринку представлений широкий спектр моделей тракторів, кожна з яких має свої особливості та переваги.

У цій статті ми дослідимо актуальні моделі тракторів 2024 року, надавши огляд популярних брендів та їхніх моделей. Також розглянемо ключові фактори, які слід врахувати при виборі трактора, та дамо практичні рекомендації, які допоможуть вам зробити правильний вибір.

Виклад основного змісту. John Deere 7810 (рис. 1). Трактор John Deere 7810 оснащений 6-циліндровим дизельним двигуном John Deere PowerTech об'ємом 6,8 л. Цей двигун потужний і надійний, що робить його ідеальним для важких робіт.

Трансмісія. John Deere 7810 пропонується з двома типами трансмісій:

16-швидкісна механічна: проста та надійна трансмісія, яка підходить для досвідчених операторів.

18-швидкісна PowerShift: більш зручна трансмісія, яка дозволяє легко перемикати передачі без вичавлення зчеплення.

ВВП. Трактор John Deere 7810 оснащений валом відбору потужності (ВВП) з двома швидкостями: 540/1000 об/хв. Це дозволяє використовувати його з різними навісними знаряддями.

Гідравліка. John Deere 7810 має потужну гідравлічну систему з продуктивністю 114 л/хв. Це дозволяє йому легко піднімати та опускати важкі навісні знаряддя.

⁸Науковий керівник : Анісімов В.Ф. д.т.н., ст. професор кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

Вага трактора John Deere 7810 становить 8 200 кг. Це робить його стійким та забезпечує хороше зчеплення з ґрунтом.

Система точного землеробства GreenStar. John Deere 7810 може бути оснащений системою точного землеробства GreenStar. Ця система дозволяє фермерам максимально точно обробляти свої поля, що може призвести до економії коштів та підвищення врожайності.

Кабіна CommandView. John Deere 7810 оснащений просторою та зручною кабіною CommandView. Кабіна обладнана кондиціонером, підвіскою та зручним сидінням.



Рис 1. John Deere 7810

Передній міст TLS. John Deere 7810 може бути оснащений переднім мостом TLS. Цей міст забезпечує плавну їзду та кращу тягу.

Широкий спектр навісного обладнання.

Для трактора John Deere 7810 доступний широкий спектр навісного обладнання, що робить його ідеальним для різних завдань.

Переваги:

Потужний і надійний – трактор John Deere 7810 здатен впоратися з будь-якою роботою.

Універсальний – може використовуватися для різних завдань, від оранки до транспортування.

Комфортний – кабіна CommandView робить роботу на цьому тракторі приємною.

Продуктивний – система точного землеробства GreenStar може допомогти фермерам економити кошти та підвищувати врожайність.

Недоліки:

Дорогий – трактор John Deere 7810 є одним із найдорожчих на ринку.

Складний в обслуговуванні – ремонт цього трактора може бути дорогим і складним.

Case IH Magnum AFS Connect(рис. 2) - це високотехнологічний трактор, розроблений для того, щоб допомогти сучасним фермерам працювати ефективніше та продуктивніше. Ось детальний огляд його характеристик:

Двигун та Трансмсія. Потужність: Серія Magnum AFS Connect пропонує широкий діапазон потужностей від 250 до 400 кінських сил, що дозволяє підібрати модель під будь-які потреби господарства.

Двигун. Всі моделі оснащені 6-циліндровим двигуном FPT Cursor 8.7 л, який забезпечує високу продуктивність та економію палива.

Трансмсія. Можна обрати трансмісію на два варіанти: PowerDrive - надійну та перевірену механічну коробку передач, або прогресивну безступінчасту трансмісію CVXDrive, яка забезпечує плавне переключення передач та комфорт оператора.



Рис 2. Case IH Magnum AFS Connect

Система AFS Connect. Головна відмінність цієї серії тракторів - інтегрована система AFS Connect. Це цілий комплекс функцій, який поєднує:

Телематику – можливість віддаленого моніторингу роботи трактора, його місцезнаходження, витрати палива, діагностику несправностей тощо.

Автоматичне керування: за допомогою супутникового сигналу AFS Connect може керувати трактором в режимі автопілота, забезпечуючи точність обробки полів.

Обмін даними. AFS Connect дозволяє обмінюватися даними між трактором, фермерським господарством та дилером Case IH, що допомагає оптимізувати роботу та планування.

Кабіна оператора. Кабіна Magnum AFS Connect простора та ергономічна, забезпечуючи комфорт оператора протягом довгих робочих днів.

Вона оснащена:

Підвіскою сидіння для зменшення втоми.

Клімат-контролем для підтримки оптимальної температури.

Панорамним склінням для кращого огляду.

Екраном AFS Pro 700 для керування усіма функціями трактора та системи AFS Connect.

Гідравліка та продуктивність. Гідравлічна система із регулюванням продуктивності забезпечує достатню потужність для роботи з різними навісними знаряддями.

Максимальна продуктивність гідравліки сягає 166-282 л/хв залежно від моделі.

Задній міст із великим діаметром 12.7 см (залежно від моделі) забезпечує високу вантажність та стійкість на будь-якій місцевості.

Переваги Case IH Magnum AFS Connect:

Підвищена ефективність – система AFS Connect допомагає оптимізувати роботу, знижувати витрати палива та підвищувати точність обробки полів.

Універсальність – широкий діапазон потужностей та можливість вибору трансмісії дозволяє підібрати трактор під різні потреби.

Комфорт оператора – ергономічна кабіна забезпечує комфорт та зниження втоми під час роботи.

Надійність – трактори Case IH відомі своєю довговічністю та надійністю.

New Holland T8.435(рис. 3) - це потужний та універсальний трактор, який ідеально підходить для різних господарств. Він оснащений сучасними технологіями, які забезпечують високу продуктивність, економію палива та комфорт оператора.



Рис 3. New Holland T8.435

Двигун. Трактор New Holland T8.435 оснащений 6-циліндровим дизельним двигуном NEF Tier 4B. Цей двигун потужний, надійний і економічний. Він відповідає стандартам емісії Tier 4B, що робить його екологічним.

Трансмісія. New Holland T8.435 оснащений трансмісією Full Powershift™. Ця трансмісія забезпечує плавне перемикання передач без розриву потоку потужності. Це робить роботу трактора більш ефективною та комфортною.

ВВП. Трактор New Holland T8.435 оснащений валом відбору потужності (ВВП) з двома швидкостями: 540/1000 об/хв. Це дозволяє використовувати його з різними навісними знаряддями. ВВП має автоматичне включення/вимикання, що економить паливо.

Гідравліка. Гідравлічна система трактора New Holland T8.435 має продуктивність 113 л/хв. Це дозволяє йому легко піднімати та опускати важкі навісні знаряддя.

Кабіна трактора New Holland T8.435 Horizon™ простора, комфортна та ергономічна. Вона оснащена підвіскою Comfort Ride™, кондиціонером та панорамним склінням.

Інші особливості. New Holland T8.435 оснащений системою IntelliSteer™ для автоматичного керування та системою PLM Connect™ для телематичного моніторингу. Він також може бути оснащений широким спектром навісного обладнання.

Переваги:

Потужний – здатен впоратися з будь-якою роботою;

Універсальний – може використовуватися для різних завдань;

Економний – економія палива за рахунок сучасних технологій;

Комфортний – зручне та ергономічне робоче місце оператора;

Сучасні технології – для підвищення продуктивності та ефективності.

Недоліки

Висока ціна – один із найдорожчих тракторів на ринку;

Складність в обслуговуванні – ремонт може бути дорогим і складним.

Fendt 900 Varіo(рис. 4) – це серія високотехнологічних тракторів, що пропонує широкий спектр моделей для різних потреб. Ці трактори відомі своїми потужними двигунами, безступінчастою трансмісією Varіo, комфортною кабіною та інноваційними технологіями.

Двигун. Трактор Fendt 900 Varіo оснащений 6-циліндровим дизельним двигуном MAN. Цей двигун потужний, надійний і економний. Він відповідає стандартам емісії Tier 4В, що робить його екологічним.

Трансмісія. Fendt 900 Varіo оснащений безступінчастою трансмісією VarіoML. Ця трансмісія забезпечує плавне перемикання передач без розриву потоку потужності. Це робить роботу трактора більш ефективною та комфортною.

ВВП. Трактор Fendt 900 Varіo оснащений валом відбору потужності (ВВП) з двома швидкостями: 540/1000 об/хв. Це дозволяє використовувати його з різними навісними знаряддями. ВВП має автоматичне включення/вимикання, що економить паливо.

Гідравлічна система трактора Fendt 900 Varіo має продуктивність 160 л/хв. Це дозволяє йому легко піднімати та опускати важкі навісні знаряддя.

Кабіна трактора Fendt 900 Varіo VisіoPlus простора, комфортна та ергономічна.

Вона оснащена 4-точковою пневматичною підвіскою, кондиціонером та панорамним склінням.

Інші особливості. Fendt 900 Vario оснащений системою VarioGuide для автоматичного керування та системою Fendt Connect для телематичного моніторингу. Він також може бути оснащений широким спектром навісного обладнання.



Рис 4. Fendt 900 Vario

Переваги:

Потужний – здатен впоратися з будь-якою роботою;

Універсальний – може використовуватися для різних завдань;

Економний – економія палива за рахунок сучасних технологій;

Комфортний – зручне та ергономічне робоче місце оператора;

Інноваційні технології – для підвищення продуктивності та ефективності.

Недоліки:

Висока ціна – один із найдорожчих тракторів на ринку;

Складність в обслуговуванні – ремонт може бути дорогим і складним.

JCB Fastrac 4220(рис. 5) - це високотехнологічний трактор, який поєднує в собі швидкість, комфорт та універсальність. Він оснащений потужним двигуном, безступінчастою трансмісією Vario, комфортною кабіною та інноваційними технологіями.

Двигун. Трактор JCB Fastrac 4220 оснащений 6-циліндровим дизельним двигуном Cummins. Цей двигун потужний, надійний і економний. Він відповідає стандартам емісії Tier 4B, що робить його екологічним.

Трансмісія. JCB Fastrac 4220 оснащений безступінчастою трансмісією Vario. Ця трансмісія забезпечує плавне перемикання передач без розриву потоку потужності. Це робить роботу трактора більш ефективною та комфортною.

ВВП. Трактор JCB Fastrac 4220 оснащений валом відбору потужності (ВВП) з двома швидкостями: 540/1000 об/хв. Це дозволяє використовувати його

з різними навісними знаряддями. ВВП має автоматичне включення/вимикання, що економить паливо.

Гідравлічна система трактора JCB Fastrac 4220 має продуктивність 110 л/хв. Це дозволяє йому легко піднімати та опускати важкі навісні знаряддя.

Кабіна трактора JCB Fastrac 4220 Command Plus простора, комфортна та ергономічна. Вона оснащена 4-точковою пневматичною підвіскою, кондиціонером та панорамним склінням.



Рис 5. JCB Fastrac 4220

Інші особливості. JCB Fastrac 4220 оснащений системою GPS для автоматичного керування та системою телематики JCB LiveLink для моніторингу роботи трактора. Він також може бути оснащений широким спектром навісного обладнання.

Переваги:

Швидкість – може швидко переміщатися з одного місця на інше;

Комфорт – зручне та ергономічне робоче місце оператора;

Універсальність – може використовуватися для різних завдань;

Інноваційні технології – для підвищення продуктивності та ефективності;

Недоліки:

Висока ціна – один із найдорожчих тракторів на ринку;

Складність в обслуговуванні – ремонт може бути дорогим і складним.

Висновок. Трактори компаній 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. Ці трактори вирізняються високою продуктивністю двигуна, зручним управлінням та комфортною кабіною для оператора. Компанії активно впроваджують передові технології у свої виробничі процеси, що дозволяє підтримувати високий рівень якості продукції. Такий підхід сприяє позиціонуванню цих виробників, як одних з

провідних виробників сільськогосподарської техніки на світовому ринку. В цілому, наведені трактори є надійними, ефективними та актуальними засобами для сільськогосподарських потреб сьогодення.

Список використаної літератури

1. John Deere 7810. Технічні хатактеристики: веб-сайт. URL: <https://tridaagro.com.ua/ua/traktora/traktor-john-deere-7810-3136> (дата звернення 04.04.2024).
2. Case IH Magnum AFS Connect. Технічні хатактеристики: веб-сайт. URL: <https://www.caseih.com/emea/ua-ua/продукти/tractors/magnum-afs-connect-series> (дата звернення 04.04.2024).
3. New Holland T8.435. Технічні хатактеристики: веб-сайт. URL: <http://a-tera.com.ua/models/traktor-new-holland-t8-435/> (дата звернення 04.04.2024).
4. Fendt 900 Vario. Технічні хатактеристики: веб-сайт. URL: <https://www.fendt.com/ua/traktori/900-vario-my21-osnovnye-vyvody> (дата звернення 04.04.2024).
5. JCB Fastrac 4220. Технічні хатактеристики: веб-сайт. URL: <https://cml.ua/product/budivelna-tekhnika/fastrac/fastrac-4220/> (дата звернення 04.04.2024).

Ілля ВЕРМІЯШ⁹,
студент 3 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ НАВАНТАЖУВАЧА- ЗМІШУВАЧА ОРГАНОМІНЕРАЛЬНОГО КОМПОСТУ

Анотація. Розглядається питання підвищення ефективності технологічного процесу приготування та навантаження органомінерального компосту. В результаті проведених досліджень запропонована схема технологічного процесу приготування і змішування органомінерального компосту з одночасним навантаженням та нова конструкційно-технологічна схема навантажувача змішувача для здійснення даної технології. Зазначені основні конструктивні та режимні параметри навантажувача-змішувача при приготуванні органомінерального компосту.

Ключові слова: компост, технологічна операція, навантаження, навантажувач-змішувач, робочі органи, шнек, привод.

Annotation. The issue of increasing the efficiency of the technological process of preparation and loading of organo-mineral compost is under consideration. As a

⁹Науковий керівник: к.т.н., доцент Руткевич В.С., кафедра машин та обладнання сільськогосподарського виробництва

result of the research, a scheme of the technological process of preparation and mixing of organo-mineral compost with simultaneous loading and a new structural and technological scheme of the mixer loader for the implementation of this technology are proposed. The main structural and operating parameters of the loader-mixer during the preparation of organo-mineral compost are indicated.

Keywords: *compost, technological operation, loading, loader-mixer, working bodies, auger, drive.*

Вступ. Одним з напрямків зниження витрат для відновлення родючості ґрунту є компостування [1]. Компост – суміш різноманітних речовин, отриманих в результаті розкладання під дією мікроорганізмів [2]. За рахунок змішування органічних добрив з мінеральними утворюється маса, насичена поживними речовинами – органомінеральний компост. При цьому не тільки зменшується об'єм необхідний для внесення, але і підвищується його ефективність. За підрахунками вчених, економічна ефективність від використання компосту замість мінеральних добрив дозволяє скоротити витрати в рослинництві на 75–85 % [2].

Тому підвищення ефективності даних технологій та технічних засобів для їх реалізації має важливе господарське значення.

Виклад основного матеріалу. На підставі аналізу недоліків існуючих технологічних схем виробництва і внесення компосту, представлених в науково-технічній літературі, розроблена нова технологія приготування і внесення компосту, яка виключає окрему операцію внесення мінеральних добрив та інших складових. Процес внесення можна виконувати одночасно з навантаженням [3, 4].

Спосіб приготування органомінерального компосту здійснюється наступним чином. На майданчик певного розміру завозять торф, лігнін і формують торф'яну подушку товщиною 0,25-0,30 м. Потім укладають і розрівнюють шар гною, торфу, соломи чергуючи пошарово. Компостну масу бульдозером згрібають в штабелі шириною 4-6 м, висотою 3-4 м. При формуванні органомінерального компосту компостну масу слід перемішати дисковою бороною. Мінеральні добрива вносять безпосередньо перед навантаженням навантажувачем-змішувачем, що має дозатор мінеральних добрив. Для здійснення даної технології розроблено новий навантажувач-змішувач (рис.1) органомінеральних добрив, який дозволяє рівномірно перемішувати мінеральні добрива всередині компосту під час навантаження.

Навантажувач-змішувач складається з базової машини 1, редуктора 6, закріпленого на рамі 2 навантажувача-змішувача, стрічкового шнека 5 з валом 4, що приводиться в рух від вала відбору потужності (ВВП) 14 через ланцюг 15 муфту 8 і зірочку 9. До складу навантажувача-змішувача також входять відвантажувальний транспортер 11 і бункер-дозатор 10 з вивантажувальними отворами і дозуючим валом 13. Завдяки жорсткому кінематичному зв'язку вал 4 через ланцюг 12 і зірочку 9 обертає дозуючий вал 13.

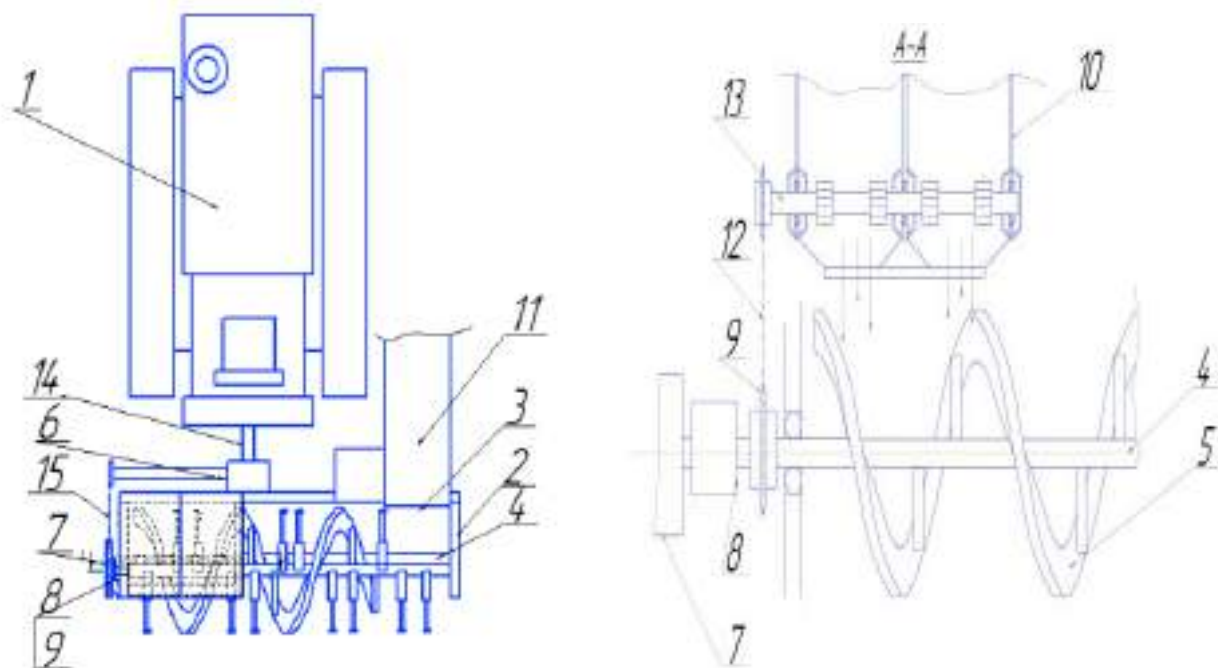


Рис. 1. Схема запропонованого навантажувача-змішувача органімінерального компосту і його робочих органів: 1 – базова машина; 2 – рама; 3 – вивантажувальне вікно; 4 – вал; 5 – стрічковий шнек; 6 – редуктор; 7 – ланцюг; 8 – муфта; 9 – шестерня; 10 – ц бункер-дозатор; 11 – відвантажувальний транспортер; 12 – ланцюг; 13 – дозуючий вал; 14 – вал відбору потужності; 15 – ланцюг

**Джерело: розроблено автором*

Бункер-дозатор має дві розділені секції, що дозволяє подавати на шнек два види мінеральних добрив. Вивантажувальні вікна бункера-дозатора розташовані таким чином, щоб мінеральні добрива подавалися до місця переміщення матеріалу шнеком.

Процес змішування і навантаження відбувається наступним чином. При поступальному русі базової машини 1 стрічковий шнек 5 живильника 3, закріпленого на рамі 2 навантажувача-змішувача, обертається на валу 4, що приводиться в рух від ВВП через муфту 8, ланцюг і редуктор, і впроваджується в пошарово ущільнений шар компосту.

При обертанні шнека 5 від бурту відокремлюються частини компосту, і починається переміщення його до відвантажувального транспортеру 11. Завдяки жорсткому кінематичному зв'язку вал 4 через ланцюг 12 і шестерню 9 обертає дозуючий вал 13. При обертанні дозуючого валу 13 в бункері-дозаторі 10 через вивантажувальні отвори відбувається дозування мінеральних добрив, які потрапляють в зону стрічкового шнека 5. Під час переміщення шнеком 5 частин компосту і мінеральних добрив на відвантажувальний транспортер 11 відбувається їх взаємне перемішування.

За пропонована технологія з використанням навантажувача-змішувача дозволяє забезпечити рівномірне змішування компонентів за допомогою робочого органу шнека. Оскільки мінеральні добрива вносяться безпосередньо при завантаженні, відпадає необхідність в їх розподілі при укладанні компосту. Скорочення операцій обумовлює зниження витрат на приготування компосту.

До складу навантажувача входять: дозуючі і подаючі робочі органи, що

включають бункер-дозатор з вивантажувальними отворами і дозуючий вал з катушками; фрезеруючий і змішуючий робочий орган, який представляє собою стрічковий шнек, обладнаний зубами; відвантажувальним транспортер.

Основними параметрами робочих органів навантажувача-змішувача органомінерального компосту є: режимні – частота обертання n , хв^{-1} , кутова швидкість стрічкового шнека $\omega_{\text{ш}}$, рад/с ; частота обертання n_6 , хв^{-1} , кутова швидкість дозуючого валу ω_6 , рад/с ; поступальна швидкість навантажувача $v_{\text{п.с}}$, м/с ; швидкість падіння мінеральних добрив v_y , м/с .

Конструктивні параметри (рис. 2) також поділяються на три групи. Для дозуючих і подаючих робочих органів: ширина b_6 , висота h_6 , довжина l_6 бункера; місткість бункера V_6 ; довжина l_0 , ширина b_0 вивантажувальних вікон і їх кількість z_0 ; діаметр D і ширина B катушок дозуючого валу; параметри робочих поверхонь катушок – діаметр $D_{\text{вп}}$ і глибина западини $h_{\text{ен}}$, об'єм $V_{\text{ен}}$ і кількість западин $m_{\text{ен}}$.

Крім даних параметрів важливе значення має розташування вивантажувальних вікон бункера по відношенню до шнекового робочого органу (рис. 2.): горизонтальна проекція відстані від осі шнека до краю вивантажувальних вікон l_{21} , горизонтальна проекція відстані від початку гвинтової поверхні шнекового робочого органу до початку вивантажувальних вікон бункера l_{22} .

До конструктивних параметрів належать також параметри ріжучих зубів (рис.3): ширина зуба B_3 ; висота по передній і задній кромці h_3 ; довжина горизонтальної проекції l_2 ; радіус огинаючої окружності R_3 (для криволінійної поверхні зубів).

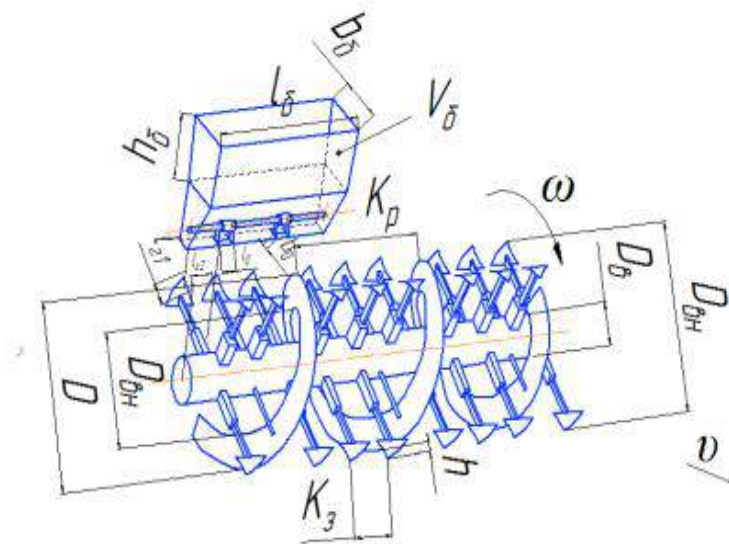


Рис. 2. Параметри робочих органів навантажувача

**Джерело: розроблено автором*

Крім лінійних, до параметрів ріжучих зубів відносяться кут при вершині зуба γ , кут заточки α . Раніше проведеними дослідженнями було встановлено значення даних параметрів для гною. Вони дають можливість повністю відобразити взаємодію робочого органу з компонентами компосту.

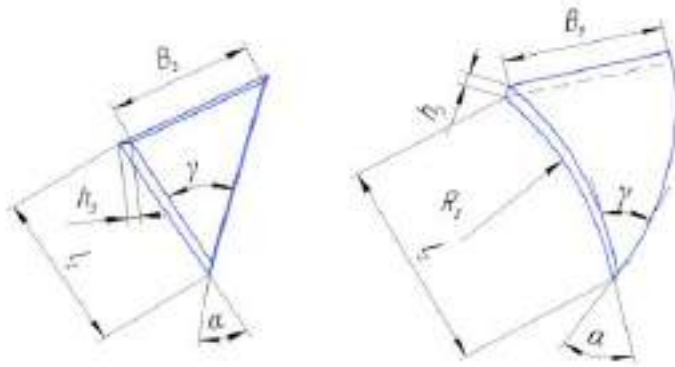


Рис. 3. Параметри зубів шнекового робочого органу

**Джерело: розроблено автором*

Захоплення вантажу шнековим робочим орган здійснюється в процесі обертального руху. Впровадження в масив відбувається за рахунок поступального руху разом з навантажувачем-змішувачем. Таким чином, досліджуваний робочий орган є рухомою механічною системою, що описується системою параметричних рівнянь. Рух кожної точки здійснюється в плоскій (двомірній) системі координат (рис. 4) і описується наступною системою параметричних рівнянь [4]:

$$\begin{aligned} X &= \frac{D_T}{2} \cos(\varphi_0 + \omega t) + v_{п.с} t \\ Y &= \frac{D_T}{2} \sin(\varphi_0 + \omega t) \end{aligned} \quad (1)$$

де D_T – діаметр, на якому обертається розглянута точка, м; φ_0 – початковий кут повороту точки; ω – кутова швидкість обертання робочого органу, рад/с;

$v_{п.с}$ – поступальна швидкість робочого органу (навантажувача), м/с; t – час, с;

Траєкторія руху кожної точки має вигляд циклоїдальної кривої через те, що швидкість обертання робочого органу вище поступальної швидкості.

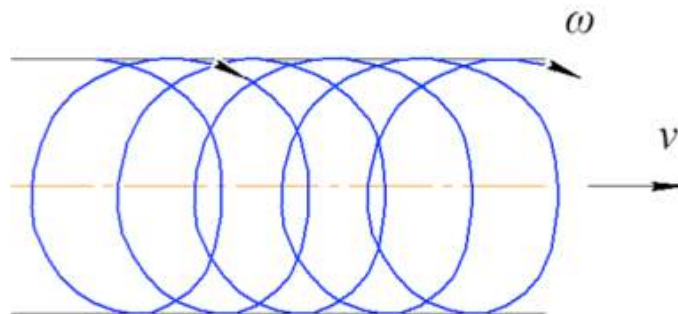


Рис. 4. Траєкторія руху точки робочого органу у вигляді циклоїди

**Джерело: розроблено автором*

Важливою кінематичною характеристикою є об'єм фігури, відокремлюючий між кожним зубом в результаті суми рухів, зазначених вище. Фігуру, відокремлюючу кожним зубом, можна визначити як криволінійний циліндр (рис. 5) обмежений двома витками траєкторії руху (див. рис. 4).

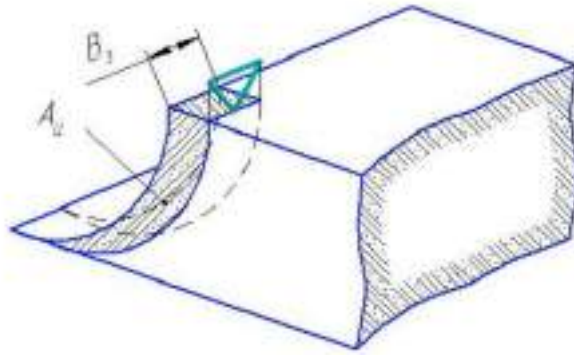


Рис. 5. Криволінійний циліндр, відокремлюваний одним зубом

**Джерело: розроблено автором*

Об'єм криволінійного циліндра $V_{ц}$ можна визначити як добуток ширини зуба B_3 на площу проекції $A_{ц}$ виділень циліндра на площину перпендикулярну осі обертання робочого органу [4].

$$V_{ц} = B_3 A_{ц} \quad (2)$$

На підставі наявної системи параметричних рівнянь (1) площа проекції $A_{ц}$ визначається за виразом

$$A = \pm \int_0^T Y(t) X'(t) dt \quad (3)$$

Де $X'(t)$ – перша похідна від координати X за часом. Знак «+» вибирається в разі, якщо крива позитивно орієнтована, тобто при обході кривої область залишається зліва, знак «-» в іншому випадку.

Для системи (1) і відповідно до рис. 4 рішення буде мати вигляд:

$$A_{ц} = - \int_0^T \left(\frac{-D_m}{2} \omega \sin(\omega t) + v_{п.с} \right) \frac{D_m}{2} \sin(\omega t) dt = - \int_0^T \left(\frac{-D_m}{2} \omega \sin(\omega t) + v_{п.с} \frac{D_m}{2} \sin(\omega t) \right) dt \quad (4)$$

Де $X(t) = \left(\frac{-D_m}{2} \omega \sin(\omega t) + v_{п.с} \right)$ – перша похідна часу від координати X .

Вирішуючи інтеграл 4, отримаємо:

$$A_{ц} = D_m^2 \frac{\omega t}{4} - \frac{D_m^2}{16} \sin(2\omega t) + \frac{v_{п.с} D_m}{2\omega} \cos(\omega t) m^2. \quad (5)$$

Час t знаходиться в діапазоні [5]

$$0 < t < \frac{1}{2 \cdot n}$$

Де n – частота обертання, c^{-1} .

Таке обмеження пов'язане з тим, що працююча частина є не більше ніж половина витка циклоїди. Таким чином, об'єм криволінійного циліндра, що виділяється зубом, буде визначатися:

$$V_{ц} = \left[D_p^2 \frac{\omega t}{4} - \frac{D_p^2}{16} \sin(2\omega t) + \frac{v_{п.с} D_p}{2\omega} \cos(\omega t) \right] B_3 \quad (6)$$

Висновки. Основним напрямком удосконалення навантажувачів органомінерального компосту є суміщення операцій змішування і навантаження. Відповідно до цього розроблена нова конструктивно-технологічна схема навантажувача для приготування органомінерального компосту з бункером-дозатором і шнекофрезерним робочим органом.

Запропонована технологія дозволяє знизити енергоємність приготування на 9-12 % за рахунок виключення ряду операцій.

Список використаної літератури

1. Сосновська Л.В. Шляхи підвищення родючості ґрунтів України *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. №2(105). С. 100 – 106.

2. Петрова Ж.О., Пазюк В.М., Петров А.І. Технологія отримання гумінових речовин з торфу *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. №4(111). С. 55 –60.

3. Серєда Л.П., Купчук І.М., Ковальчук Д.А., Замрій М.А. Розробка пристрою для фрезерного обробітку ґрунту з одночасним внесенням добрив *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021. №1(112). С. 152 –161.

4. 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.

5. Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: Твори, 2019. 234 с.

6. Труханська О.О. Дослідження впливу конструктивних параметрів робочого органу ґрунтообробної машини на енергомісткість та якість обробітку ґрунту *Вібрації в техніці та технологіях*. 2023. № 1 (108). С. 104–109.

Марина ШИНКАРУК¹⁰,

студентка 3 курсу,

Інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ДОСЯГНЕННЯ В ГАЛУЗІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ РОБОТОТЕХНІКИ: ОГЛЯД СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МАЙБУТНІХ ПЕРСПЕКТИВ

Анотація. В даній роботі розглядаються основні напрямки застосування сільськогосподарських робототехнічних систем для передпосівної підготовки ґрунту, посіву, посадки, догляду за рослинами, збирання врожаю та оцінки врожайності. Роботи оцінювалися за такими критеріями: система руху, кінцеве використання, наявність або відсутність датчиків, алгоритми

¹⁰Науковий керівник: Волинець Є.О. асистент кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві.

комп'ютерного зору. Були виділені чотири основні напрямки, які потребують подальших досліджень для поліпшення поточного розвитку сільського господарства: системи пересування, системи руху, датчики, алгоритми комп'ютерного зору та комунікаційні технології.

Ключові слова: робототехніка, оптимізація, датчики, комп'ютерний зір, алгоритм.

Annotation. This article discusses the main areas of application of agricultural robotic systems for pre-sowing soil preparation, sowing, planting, plant care, harvesting, and yield assessment. The robots were evaluated according to the following criteria: motion system, end use, presence or absence of sensors, and computer vision algorithms. Four main areas were identified that require further research to improve the current development of agriculture: mobility systems, motion systems, sensors, computer vision algorithms, and communication technologies.

Key words: robotics, optimization, sensors, computer vision, algorithm.

Вступ. Зростання населення змушує фермерів змінювати способи управління, моніторингу та експлуатації своїх господарств, щоб задовольнити зростаючий попит на якісні продукти харчування. Тим часом, глобальна урбанізація перетворює сільські ландшафти на міські і до 2050 року 68% населення планети житиме в містах. Як наслідок, сільські виробники шукають нові способи виробництва продовольства на все менших площах: у 1991 році частка орних земель у світі становила близько 39,4%, а в 2023 році - близько 37,7%, при цьому площа наявних орних земель зменшилася на 1,7% [1].

Мета роботи полягає у огляді сучасних технологій у галузі сільськогосподарської робототехніки та у висвітленні актуальних досягнень і тенденцій, що відображають перспективи розвитку цієї сфери.

Виклад основного матеріалу. Види сільськогосподарських робіт поділяються на передпосівну підготовку ґрунту, сівба/посадка, обробка рослин, збирання врожаю та оцінка врожайності.

Передпосівна підготовка ґрунту є одним з ключових завдань у сільському господарстві яке включає в себе оранку та внесення добрив. Оранка дозволяє поглинати більше кисню і вуглекислого газу, але в залежності від місцевих кліматичних умов це може мати негативний вплив на врожай, оскільки значно зменшує запаси вуглецю в ґрунті.

Однією з головних проблем у розробці роботів, які працюють на пересіченій місцевості, такий як сільськогосподарські поля, є створення роботизованої систем, яку можна точно контролювати. З метою створення робота, який допомагав би фермерам не лише у внесенні добрив, але й у боротьбі зі шкідниками, обробці ґрунту, збиранні врожаю та транспортуванні, німецька компанія Lausendorf у 2014 році розробила робота під назвою Cäsar (рис. 1 а). Cäsar може вносити добрива в ґрунт двома способами: дистанційно та в автономному режимі. Для автоматичного виконання завдань він використовує кінематичну технологію реального часу (RTK) Глобальної навігаційної супутникової системи (GNSS), що забезпечує точність визначення місцезнаходження до 3 см. Розроблений робот має систему виявлення

перешкод на основі ультразвукових датчиків, які гарантують його негайну зупинку з максимальною відстанню виявлення 5 м.



а) Cäsar



б) Робот Greenbot



в) AgBot

Рис. 1. Роботи для передпосівної обробки ґрунту.

Робот Greenbot (рис. 1 б) здатний виконувати завдання по внесенню добрив, оранки або посіву. Він має систему чотириколісного керування (4WS), а завдяки своєму дизельному двигуну потужністю 100 к.с. здатний перевозити до 750 кг у передньому і 1500 кг у задньому відділеннях. Як і робот Cäsar, Greenbot також має датчики перешкод, щоб виявляти об'єкти попереду [2].

На відміну від роботів, згаданих вище, робот AgBot (рис. 1 в) все ще перебуває на етапі дослідження. Робот розроблений для внесення добрив і гербіцидів на кукурудзяні посіви. AgBot має чотири резервуари, що дозволяє відокремити кожний тип гербіциду або добрива. Його система управління та навігації складається з компонентів і платформ для розробки недорогих вбудованих систем (Arduino і Raspberry Pi). За допомогою недорогої RGB камери та використовуючи алгоритм машинного навчання на основі функцій Хаара, робот здатний виявляти три різні типи бур'янів, які зазвичай зустрічаються серед кукурудзяних сходів: амброзія полинолиста, будяк польовий (осот рожевий) та жовтий, берізка польова. Винахідники дійшли

висновку, що алгоритм виявлення бур'янів зміг ідентифікувати три різні види але використана RGB-камера виявилася непридатною для зовнішнього використання.

На відміну від наземних роботів Cäsar і Greenbot, китайська компанія DJI розробила октокоптер AGRAS MG-1P для точного внесення рідких добрив, пестицидів і гербіцидів. Маючи здатність транспортувати до 10 л корисного вантажу на максимальну відстань до 3 км, він має продуктивність розпилення 6 га/год і дозволяє керувати до 5 БПЛА за допомогою одного пульта дистанційного керування. Для уникнення зіткнень з перешкодами (лінії електрореле, гілки) дрон має систему із використанням радара з максимальною відстанню виявлення до 15 м. Для точного розпилення компонентів він використовує поєднання системи GPS та інерціальних вимірювальних пристроїв (гіроскоп, акселерометр і компас). БПЛА може продовжувати стабільний політ, навіть при несправності одного з його роторів [3].

Китайські фермери розробили робота Lumai-5 (рис. 2) для точного посіву. Робот Lumai-5 має 4WD, замкнуту систему керування та датчики швидкості, кута та тиску для проведення точного посіву пшениці. Розмір лотка для посадки, тиск у вакуумній камері та швидкість посадки були основними факторами, які безпосередньо впливали на якість посіву [4].



Рис. 2. Робот Lumai-5

Австралійські дослідники у 2020 році створили робота Di-Wheel (рис. 3), який має концепцію 2WD і працює лише на двох колесах. Це дозволяє зменшити розмір, вагу та механічну складність робота, а також спростити його транспортування та збирання. Робот може змінювати відстань між колесами для адаптації до різних типів культур та виконувати завдання точного висіву, обприскування та прополки. Усі електронні пристрої розташовані в центральній частині робота. З метою зменшення фінансових витрат, що є основною перешкодою для використання роботизованих систем малими

виробниками,

Di-Wheel синхронізується з смартфоном, що дає змогу використовувати його внутрішні датчики, такі як :температура, світло, вологість, а також датчики RGB-камери, гіроскопи, акселерометри та пристрої GNSS. Дослідники зробили висновок, що завдяки постійному прогресу в області обчислювальної техніки використання алгоритмів машинного навчання з відкритим кодом (OpenAI, TensorFlow і PaddlePaddle) може сприяти кращому контролю та управлінню посівами [5].



Рис. 3. Робот Di-Wheel

Усі досліджувані роботи все ще знаходяться на стадії прототипу та мають різні системи приводу. Лише робот Di-Wheel має модульну фізичну та цифрову структуру, використовуючи готову концепцію, щоб усунути витрати на використання непотрібних датчиків у роботі, оскільки робот використовує вбудовані датчики смартфонів.

Після завершення етапу сівби потрібно правильно підтримувати ріст рослин, слідкувати за розповсюдженням хвороб і шкідників але це вимагає постійного контролю з боку фермера. Згідно з даними FAO, приблизно від 20% до 40% світового виробництва сільськогосподарських культур втрачається через шкідників і хвороби. Пошуки щодо автоматизації процесу ідентифікації хвороб рослин і виявлення бур'янів досить актуальні.

З цією метою може використовуватися мобільний робот AGROBOT (рис. 4) для виявлення шкідників на посівах бавовнику та арахісу. Завдяки застосуванню алгоритмів штучного інтелекту, таких як штучні нейронні мережі та K-means, на зображеннях культур, отриманих RGB-камерою на початковій стадії сівби (період появи таких захворювань, як плямистість листя та антракноз), робот досягла точності 83-96% для ідентифікації захворювання на нормальних зображеннях і 89% для широких зображень [6].



Рис. 4. Робот AGROBOT

Автономні роботи Oz (рис. 5 а) та Dino (рис. 5 б) від компанії Naïo Technologies, призначені для боротьби з бур'янами на невеликих овочевих фермах і виноградниках. Усі ці роботи використовують механічні інструменти для видалення бур'янів і повністю живляться від літєвих батарей з автономністю до 8 годин (залежно від типу використовуваного інструменту та ґрунту). За даними компанії Naïo Technologies, тільки в 2018 році було продано 70 роботів Oz, що становить 80% продажів на внутрішньому ринку Франції, 15% в країнах Європи і 5% в решті світу.



а) Dino



б) OZ

Рис. 5. Роботи для догляду за рослинами

Оскільки вони є високотехнологічними роботами, які працюють автономно на великих посівах, усі вони відстежуються та мають протокол зв'язку для надсилання телефонних повідомлень для можливих ситуацій із крадіжкою роботів [7].

Маленькі роботи з механічною прополкою також використовуються на рисових полях. Рис вирощують на затопленому полі і в цьому випадку як насіння рису, так і насіння бур'янів ростуть під водою. Робот K-Weedbot (рис. 6) був розроблений для видалення бур'янів під час руху, керуючись високоточною системою обробки зображень. Щоб покращити видалення бур'янів K-Weedbot має шестерні замість коліс. Завдяки камері RGB і алгоритму виявлення рядів робот рухається рисовим полем з максимальним відхиленням від траєкторії в 1° [8].

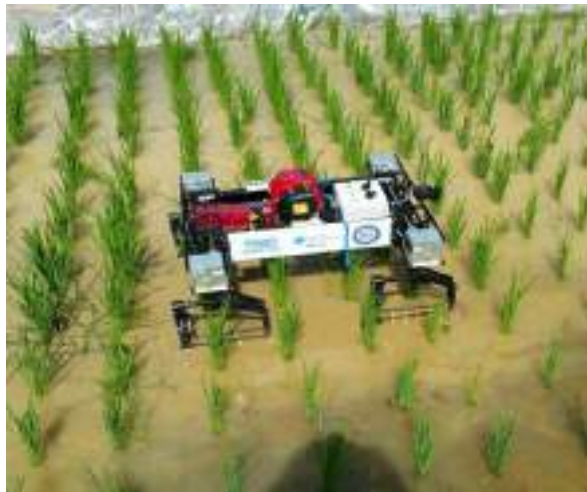


Рис. 6. Робот K-Weedbo

AIGAMO-ROBOT (рис. 7) був розроблений як компактний робот. Робот працює від батареї і простий у використанні. Він використовує свою гусеничну систему пересування для видалення бур'янів. Таким чином, робот зменшує появу бур'янів як у міжрядді, так і у рядках [9].



Рис. 7. Роботи AIGAMO-ROBOT

Висновки. У результаті проведеного огляду сучасних технологій у галузі сільськогосподарської робототехніки можна зробити висновок, що інновації в цій сфері вже дозволяють оптимізувати процеси виробництва та підвищувати ефективність господарств. Проте, перед сільськогосподарськими підприємствами стоять майбутні виклики, пов'язані зі збільшенням населення, урбанізацією та змінами клімату. Для успішного подолання цих викликів необхідно постійно вдосконалювати технології, сприяти інноваціям та розвивати співпрацю між сільськими господарствами та іншими галузями.

Список використаної літератури.

1. Khan N., Medlock G., Graves S., Anwar S. GPS Guided Autonomous Navigation of a Small Agricultural Robot with Automated Fertilizing System. *SAE International*. 2018. 1. DOI: <https://doi.org/10.4271/2018-01-0031>
2. GREENBOT. Precision Makers. веб-сайт. URL: <https://www.precisionmakers.com> (дата звернення: 12 березня 2024).

3. . AGRAS MG-1P SERIES: Innovative Insights. DJI. *Increased Efficiency*. Available online: <https://www.dji.com> (accessed on 8 March 2021).
4. Haibo L., Dong S., Zunmin L., Chuijie Y. Study and Experiment on a Wheat Precision Seeding Robot. *J. Robot.* 2015. 1. P. 1–9.
DOI: <https://doi.org/10.1155/2015/696301>
5. Keeping Plant Pests and Diseases at Bay: Experts Focus on Global Measures. FAO: веб-сайт. URL: <http://www.fao.org/news> (дата звернення: 08.03.2024).
6. Iqbal J., Xu R., Sun S., Li C. Simulation of an Autonomous Mobile Robot for LiDAR-Based In-Field Phenotyping and Navigation. *Robotics.* 2020. 9. 46.
DOI: <https://doi.org/10.3390/robotics9020046>
7. Gai J., Tang L., Steward B.L. Automated crop plant detection based on the fusion of color and depth images for robotic weed control. *J. Field Robot.* 2020. 37. P. 35–52. DOI: <https://doi.org/10.1002/rob.21897>
8. Jorgensen R., Sorensen C., Maagaard J., Havn I., Jensen K., Sogaard H., Sorensen L. HortiBot: A System Design of a Robotic Tool Carrier for High-tech Plant Nursing. *CIGR J. Sci. Res. Dev.* 2006. 9. P. 1–13.
9. A Revolution in Soil Grassing Management. VITIROVER Solutions: веб-сайт. URL: <https://www.vitirover.fr/en-home> (дата звернення: 23.03.2024).

Дарина ПАВЛЮК¹¹,
Студентка 3 курсу,
Інженерно-технологічного факультету,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПОРУШЕННЯ ПРАВ ЛЮДИНИ НА ЇЖУ ПІДЧАС ВІЙНИ В УКРАЇНІ – ЗЛОЧИН ПРОТИ ЛЮДСТВА

***Анотація.** Дослідження базується на аналізі міжнародних норм та конвенцій, що регулюють права людини та правила ведення війни. В основі аналізу — прийняття гуманітарних зобов'язань учасниками конфлікту та їх відповідальність за захист цивільного населення, зокрема в галузі харчування. Особлива увага приділяється випадкам блокад та перешкод у доставці гуманітарної допомоги, що спричиняють гострі гуманітарні проблеми та можуть бути кваліфіковані як злочин проти людства згідно міжнародного права.*

***Ключові слова:** Порушення прав людини, Війна в Україні, Їжа та голод під час конфлікту, Злочини проти людяності, Гуманітарна криза,*

***Annotation.** The study is based on the analysis of international norms and conventions regulating human rights and the rules of warfare. The basis of the*

¹¹Науковий керівник: Гунько І.В. к.т.н. професор, завідувач кафедри Агроінженерії та технічного сервісу.

analysis is the acceptance of humanitarian obligations by the participants in the conflict and their responsibility for the protection of the civilian population, in particular in the field of food. Special attention is paid to cases of blockades and obstacles in the delivery of humanitarian aid, which cause acute humanitarian problems and can be qualified as a crime against humanity under international law.

Key words: *Violation of human rights, War in Ukraine, Food and hunger during the conflict, Crimes against humanity, Humanitarian crisis*

Вступ. Війна завжди супроводжується нелидерними та важкими випробуваннями для тих, хто опиняється у її зоні впливу. Серед найбільш непередбачуваних та суворих аспектів воєнного конфлікту — це порушення основних прав та свобод людини. Одним із критичних аспектів цього проблематичного виміру війни є обмеження права людини на життєво важливий елемент — право на їжу. В Україні, яка переживає важкий військовий конфлікт, ми стикаємося зі складною проблемою порушення цього фундаментального права, яке заслуговує на нашу увагу та аналіз.

Ця дослідницька робота присвячена вивченню порушень прав людини на їжу під час війни в Україні та їхнього правового кваліфікування як злочину проти людства. Зазначаючи, що доступ до продуктів харчування є однією з основних умов гідного існування, ми аналізуємо норми міжнародного права, конвенції та зобов'язання сторін конфлікту, спрямовані на захист цивільного населення.

Виклад основного матеріалу. Одним із перших видатних політиків, який звернув увагу на проблему забезпечення людей їжею, пов'язавши дотримання права на харчування з економічною безпекою та незалежністю особистості, був президент США Ф. Рузвельт. Ще у 1944 році він наголосив, що справжня свобода не може існувати без економічної безпеки і незалежності. Людина, яка має потреби в їжі, не може бути вільною, а не маючи можливості отримати продукти харчування і роботу, вона є матеріалом, з якого зроблена диктатура. Згодом цей виступ став іменуватися «мова про чотири свободи». Після Другої світової війни державами ООН із прийняттям у 1948 році Загальної декларації прав людини було розпочато формування міжнародної системи прав людини. Так, у ст. 25 Декларації наголошується, що кожна людина має право на такий життєвий рівень, включаючи харчування, одяг, житло, медичний догляд та належне соціальне обслуговування, який є необхідним для підтримання здоров'я і добробуту самої людини і його сім'ї [2]. Право на гідний життєвий рівень для кожної особи згодом було закріплено у Міжнародному пакті про соціальні, економічні і культурні права 1966 р., Конвенції про захист прав людини і основоположних свобод 1950 р. та інших актах. Починаючи з 1974 року активно впроваджується Загальна декларація з ліквідації голоду і недоїдання, ст. 1 якої наголошує, що кожна людина має невід'ємне право бути вільним від голоду і недоїдання для свого повного розвитку і збереження фізичних і розумових здібностей [3]. Створені ряд міжнародних інституцій, які опікуються питаннями забезпечення продовольчої безпеки в країнах світу, такі як Продовольча і сільсько-господарська організація ООН (ФАО) та

Міжнародна продовольча програма (МПП). Загальними правилами МПП передбачається, що вона сприяє в здійсненні проектів, що використовують продовольство, як допомогу в економічному та соціальному розвитку, в задоволенні надзвичайних продовольчих потреб і сприянні світової продовольчої безпеки відповідно до рекомендацій ООН і ФАО. Україна є одним із головних партнерів ФАО, а після схвалення Програми глобального світового розвитку до 2030 року наша країна, як аграрна держава з міцним земельним потенціалом, безумовно є активним виконавцем цієї Програми.

У якості лідера у світовому агросекторі, Україна забезпечувала продовольчу безпеку та стабільність, надаючи доступні ціни на високоякісні та необхідні продукти. Одночасно, вона вклала зусилля у формування глобальної безпеки та стабільності, що допомагало зменшити ризики військових конфліктів через недостачу життєважливих ресурсів, таких як хліб та інші продукти харчування.

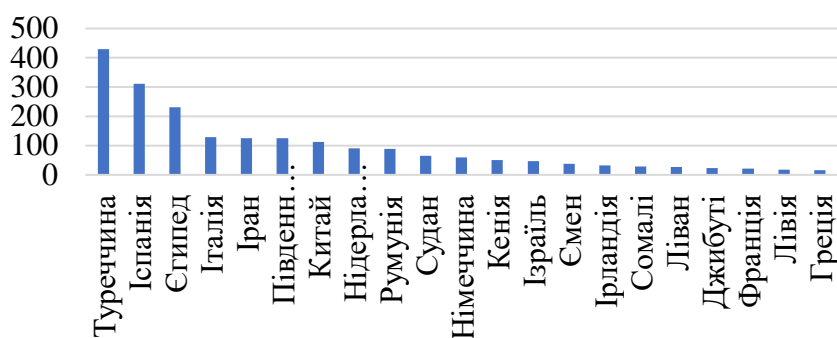


Рис.1. Географія експорту зернових з України, млн.т (2021 р.)

У 2019-2021 роках на Україну припадало майже 10% світового експорту пшениці, 15% експорту кукурудзи, 15% експорту ячменю та майже 50% експорту соняшникової олії. Низка країн, особливо на близькому Сході та в Африці, критично залежать від імпорту цих продуктів. Основним ринком експорту зерна є країни Азії, Африки. Найбільшими імпортерами вітчизняної зернової продукції є Туреччина, Іспанія, Єгипет. Протягом усієї сучасної історії країни, агропромисловий комплекс ніколи не мав негативного зовнішньоекономічного платіжного балансу. Україна пройшла нелегкий шлях від становлення до розвитку економіки за роки незалежності. Ми дійсно є великою аграрною державою. Це визначається відомими економічними показниками - частка у структурі ВВП, частка у структурі експорту, частка у зайнятості, інвестиціях, валовій доданій вартості, частка у сплачених податках та інше. Ці показники відомі й зрозумілі. Проте широкомасштабне вторгнення Росії на територію нашої держави привело, не тільки до руйнування економіки в цілому, її енергетичного і аграрного секторів, а й порушення прав людини на їжу у цілому раді країн світу. Тому пошук шляхів забезпечення продовольчої безпеки, продуктами харчування, їжею є актуальною і насущною проблемою.[1]

Наприкінці лютого 2022 року світ зазнав кардинальних змін, коли російські війська атакували Україну, викликавши загрозу продовольчої кризи

на глобальному рівні. Найбідніші та розвиваючі країни стали основними постраждалими. Ці країни рік у рік реалізували свою залежність від продуктів харчування, особливо зернових, що надходили з України. Проблема продовольчої безпеки нині стоїть як невід’ємна частина міжнародної безпеки, вимагаючи спільних зусиль всіх країн, особливо в умовах сучасних загроз. Останні дослідження та публікації, присвячені цій проблемі, свідчать про високий рівень уваги ООН та міжнародного співтовариства до продовольчої безпеки. Останні дані, надані заступником Генсека ООН, вказують, що світ став свідком найбільшої продовольчої кризи в сучасній історії. Понад 222 мільйони людей у всьому світі не мають впевненості, коли вони зможуть повторно поїсти, або чи зможуть це зробити взагалі. З цих, 45 мільйонів перебувають на межі голоду, переважно серед жінок та дітей. У відповідь на цю кризу, Генеральний секретар ООН виділив небачені раніше 250 мільйонів доларів із надзвичайного фонду ООН. Майже половина домогосподарств не може дозволити собі найнеобхідніше, що призводить до продовольчої незахищеності; частка домогосподарств з недостатнім споживанням продуктів харчування зросла до однієї третини; 43% домогосподарств повідомили, що обмежують порції, беруть продукти в борг та/або споживають більш дешеві альтернативи. Як свідчить звіт німецької благодійної організації Welthungerhilfe, на даний момент на планеті голодують близько 811 мільйонів людей. Негативний тренд спостерігається з 2014 року й особливо посилюється останніми роками, йдеться у звіті. Світові ціни на продукти харчування зросли почасти на 28 відсотків. "Через війну в Україні ситуація стала ще більш кричущою. Особливо драматичним є стан справ у Ємені, Афганістані та Південному Судані. Але також на Мадагаскарі та в країнах Східної Африки, де надзвичайна посуха унаочнює нищівні наслідки кліматичної кризи", - йдеться у звіті. В організації називають нинішню ситуацію "тривожним дзвінком для того, аби нарешті збільшити зусилля щодо боротьби зі змінами клімату, які призводять до дедалі суттєвіших гуманітарних скрут". Війна в Україні лише погіршує "вже наявні кризи, посилюючи голод та бідність", сказала президентка Welthungerhilfe Марлен Тіме (Marlehn Thieme). Голова німецького міністерства розвитку, яке опікується допомогою країнам, що розвиваються, Свеня Шульце (Svenja Schulze) наголосила: «Ми бачимо, що Путін використовує голод як зброю, що він абсолютно свідомо бомбардує порти в Україні, аби не можна було вивезти пшеницю» [4].

Розгорнута в Україні широкомасштабна агресивна війна суттєво вплинула на аграрний сектор економіки. За даними Мінагрополітики, через війну площа земель під посівну 2022 року зменшилася на 3,5 млн га в зоні активних бойових дій. В таблиці 1 наведено розмір пошкодження основних фондів агропідприємств України.

Аналіз даних Міністерства аграрної політики та продовольства дозволив виявити основні станні втрат українського агробізнесу, а саме:

У структурі пошкоджень найбільші втрати фіксуються внаслідок знищення або часткового пошкодження сільськогосподарських угідь та незбору врожаю – 2,135 млн дол. США. Сільсько-господарські землі зазнали двох

значних видів пошкоджень – мінне забруднення та пряме фізичне пошкодження. Вартість обстеження земель з високим ризиком мінного забруднення та розмінування постраждалих територій оцінюється в 436 мільйонів доларів США.

Таблиця 1

Розмір пошкодження основних фондів агропідприємств України за категоріями.

№	Категорія	Загальна вартість (млн.дол США)
1	Сільськогосподарські угіддя та незібраний урожай озимих культур	2,135
2	Машинне обладнання	926,1
3	Складські приміщення	272,4
4	Тваринництво	136,4
5	Багаторічні культури	89,1
6	Фактори виробництва (пальне, мастила, насіння, мінеральні добрива, інше	119,6
7	Продукти, що зберігаються на складах	613,0

Південні регіони, які зараз потерпають від окупації РФ та важких боїв, також є регіонами з найбільш розвинутою іригаційною інфраструктурою. Орієнтовна вартість заміни та ремонту пошкодженої іригаційної інфраструктури становить 225 мільйонів доларів США.

Окрім прямого пошкодження земель – окупація, військові дії та мінне забруднення обмежують доступ фермерів до полів і можливості для збору врожаю. Орієнтовно, 2,4 млн. га озимих культур загальною вартістю у 1,435 млрд дол. США залишаться незібраними внаслідок агресії РФ.

Сільськогосподарська техніка та обладнання також зазнають пошкоджень в результаті обстрілів, авіаударів та бойових дій, що відбуваються в безпосередній близькості. Орієнтовна вартість заміни та ремонту пошкодженого машинного обладнання становить 926,1 млн дол. США.[5]

Є свідчення про те, що РФ цілеспрямовано знищує елеваторні потужності з метою послаблення українського агросектору. Загальна сума збитків внаслідок пошкодження або знищення зернохосовищ оцінюється у 272 млн дол. США.

Оціночна вартість загиблих тварин складає понад 136 мільйонів доларів США. Свійські тварини гинуть не лише безпосередньо від активних бойових дій, але й від обмеженого фізичного доступу на ферми, обмеженої можливості для закупівлі кормів та надання ветеринарних послуг. Орієнтовна кількість тварин, які загинули внаслідок агресії РФ у постраждалих районах становить 42 тис. голів овець і кіз, 92 тис. голів великої рогатої худоби, 258 тис. свиней та понад 5,700 тис. голів птиці.

Щоб перемогти, росіяни намагаються знищити українські міста та економіку. Оскільки вона залежить від експорту сільськогосподарської продукції, ворог краде зерно, заважає його продажу, уражає аграріїв. За інформацією "NASA Harvest", приблизно 22 відсотки сільськогосподарських

угідь України окуповані Росією. Також ворог продовжує обстрілювати поля у Херсонській, Запорізькій, Дніпропетровській і Миколаївській областях.

"У Запорізькій області внаслідок обстрілів і підпалів ворог знищив приблизно 30-40 тисяч тонн зернових. Приблизні збитки тільки по цьому питанню становлять 340 мільйонів гривень. Останній раз українські ниви так горіли в часи наступу німецьких нацистів.[6] Зараз їх спалюють російські".

Зруйновані елеватори, тваринницькі ферми та птахофабрики, заміновані і пошкоджені окопами, снарядами та рухом військової техніки поля, спалені трактори та комбайни. Цей перелік втрат агросектору можна продовжувати. У KSE Institute та Мінагрополітики порахували, що тільки непрямі втрати агробізнесу через вторгнення росії сягнули більше \$34 млрд. Але одна маленька ремарка: це дані на вересень, а ми на порозі річниці повномасштабного вторгнення. Тож втрати будуть ще більшими.



Рис. 2. Зруйновані елеватори та зерносховища під час обстрілів територій України.

Попри незворотні втрати аграрного сектора Україна продовжувала виконувати свої зобов'язання перед замовниками сільськогосподарської продукції через так званий «зерновий коридор». Згідно з офіційними даними ООН, понад 65% пшениці, яка була експортована через Чорноморську зернову ініціативу, постачена до країн, які перебувають у процесі розвитку. Такі ж показники спостерігаються у випадку експорту кукурудзи між розвиненими та розвиваючимися країнами. На березень цього року, коли Чорноморська зернова ініціатива була продовжена, понад 23 мільйони тонн зерна та іншої сільськогосподарської продукції були експортовані через Чорне море. Чорноморська зернова ініціатива дозволила експортувати понад 26 мільйонів тонн продовольчих товарів і допомогла знизити світові ціни на продукти

харчування, що має вирішальне значення для бідних людей, які живуть у країнах, які найбільше постраждали від поточної продовольчої кризи"[7].

Проте у серпні 2023 року Росія не лише вийшла із зернової угоди, а й намагається повністю позбавити Україну можливості експортувати продовольство, знищуючи інфраструктуру морських портів. За останні місяці внаслідок російських атак було пошкоджено або частково знищено близько 30 об'єктів портової інфраструктури, кілька вантажних кораблів і разом із цим сотні тисяч тонн зерна. Кожна така атака має глобальні наслідки – призводить до зростання світових цін на продовольство та загрози голоду у вразливих регіонах. За словами Генерального секретаря ООН Антоніу Гутерріша, дії агресора, війна в Україні загрожує голодом і бідністю для 1,7 мільярда людей, що становить 20% населення світу. А за прогнозами EurasiaGroup вже до листопада 2023 року близько 1,9 мільярда людей стикнуться з проблемами продовольчої безпеки. Це може викликати бунти та протести в найбідніших країнах, потік біженців з Африки та Азії до Європи, а також масову голодну смерть людей, переважно в країнах Африки. І як результат порушення прав людини на їжу та продовольчу безпеку.[8] Нажаль фермер окремих країн у Європейському Союзі виражають обурення тим, що зерно буде транзитом пройдено через їхні країни. Вони стверджують, що українське зерно завдає шкоди їхнім внутрішнім ринкам, конкуруючи з місцевими виробниками. При цьому низька ціна українського зерна стає надто привабливою для місцевих споживачів і торговців. Це стосується не тільки зерна, але й інших продуктів харчування з України, таких як яйця, птиця, цукор, яблука, які потрапили на європейський ринок завдяки послабленню митних мит та імпорتنих квот. Але більшість країн світу допомагають українським аграріям реалізувати врожай 2023 року, створюються нові логістичні ланцюги, як поєднують виробників з потребами Румунії, Польщі та прибалтійських країн. Формуються так звані «сухі порти» в прикордонних регіонах, задіяні іноземні суда, транспортні компанії.

Країні Євросоюзу готові надавати транспортні безмитні коридори для транзиту української сільськогосподарської продукції. Лідери більшості країн розуміють, що саме Україна, для багатьох країн світу, є надійним гарантом продовольчої безпеки і права кожної людини на їжу та продукти харчування.

Але передусім потрібно зупинити Росію, яка щодня нищить аграрну галузь України. Лише жорсткі санкції та допомога Україні зброєю від країн-партнерів, дасть змогу завдати Росії нищівної поразки, а отже, і врятувати мільйони життів по всьому світу від неминучого голоду. Інакше російський терор — зокрема й шляхом продовольчої кризи та шантажу голодом — триватиме.

Висновки. Дослідження порушень прав людини на їжу під час війни в Україні надає прискіпливий взгляд на гострий аспект гуманітарних проблем, які виникають під впливом воєнного конфлікту. Це важлива тема, що вимагає уваги та негайних заходів з боку міжнародної спільноти.

Зазначається, що порушення прав людини на їжу в контексті війни визнаються не лише суто гуманітарними проблемами, але й як злочин проти

людства згідно міжнародного права. Систематичне обмеження доступу до продуктів харчування для цивільного населення порушує основоположні принципи, закріплені в різноманітних міжнародних конвенціях та угодах, та є неприпустимим в контексті воєнного конфлікту.

Важливим аспектом є визначення відповідальності за ці порушення, зокрема шляхом притягнення винних до судової відповідальності перед міжнародними трибуналами. Це не лише акт справедливості для жертв, але й важливий сигнал для тих, хто може розглядати аналогічні дії в майбутньому.

Загалом, дане дослідження підкреслює необхідність негайних та ефективних заходів для захисту прав людини на їжу в умовах військового конфлікту, а також підтверджує важливість міжнародного співробітництва та взаємодії в реалізації цих заходів.

Список використаної літератури

1. Eide A. The human right to adequate food and freedom from hunger: веб. сайт.

URL: <http://www.fao.org/docrep/w9990e/w9990e03.htm>.

2. Загальна декларація прав людини від 10 грудня 1948 р. // Офіційний вісник України. – 2008. – № 93. – Ст. 3103

3. Загальна декларація про ліквідацію голоду та недоїдання. Прийнята 16 листопада 1974 року Всесвітньою продовольчою конференцією, скликаною відповідно до Резолюції 3180 (XXVIII) Генеральної Асамблеї від 17 грудня 1973 року та прийнята Резолюцією 3348 (XXIX) Генеральної Асамблеї від 17 грудня. Вторгнення РФ в Україну жахливі наслідки: веб. сайт.

URL: <https://pon.org.ua/novyny/10457-vtrata-roboty-znyzhennia-rivnia-zhyttia-ta-psykhologichnogo-zdorovia-oon-pro-naslidky-viiny-v-ukraini.html> (дата звернення 28.02.24)

4. Продовольча безпека ООН шукає рішення для розблокування експорту з України через порти: веб. сайт.

URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-world/3487341-prodovolca-bezpeka-oon-sukaе-risenna-dla-rozblokuvanna-eksportu-z-ukraini-cerez-porti.html> (дата звернення 28.02.24)

5. Міжнародне публічне право: веб. сайт.

URL: <https://www.publichne-pravo.com.ua/files/49/6.pdf> (дата звернення 28.02.24)

6. Допомога країн: веб. сайт.

URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/yevropa-protesty-ukrayinske-zerno-ahroproduksiya/32351024.html> (дата звернення 28.02.24)

7. Жахливі наслідки РФ на Україну: веб. сайт.

URL: <http://www.golos.com.ua/article/346504> (дата звернення 28.02.24)

8. Допомога Сербії Україні: веб-сайт.

URL: <https://rubryka.com/2023/08/31/ukrayina-otrymala-vid-serbiyi-majzhe-15-vantazhivok-gumanitarnoyi-dopomogy-yak-pratsyuye-tse-rishennya/> (дата звернення 28.02.24)

Антон ЛИСИЙ¹²,
Студент 4 курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЗЕРНОВОЇ СІВАЛКИ

Анотація. Розвиток сільськогосподарського виробництва вимагає використання техніки для підвищення продуктивності та якості роботи, і ця проблема стає все більш актуальною для культур з коротким циклом виробництва (кукурудза та боби), створюючи два можливих сценарії: придбання техніки або вдосконалення існуючої техніки. Пізніше був побудований прототип, який був протестований в статичних і робочих умовах під час посіву кукурудзи та квасолі.

Ключові слова: конструкція машини, оцінка машини, економічний ефект, борона, механічна сівалка.

Annotation. The development of agricultural production requires the use of machinery to increase productivity and quality of work, a problem that is becoming more pressing in short-cycle crops (corn and beans), creating two possible scenarios, the acquisition of machinery or the improvement of the existing ones. Later, a prototype was built which was tested in static and working conditions during the planting of corn and beans. Finally, the cost sheet was prepared and the economic feasibility of its development was determined.

Key words: machine design, machine evaluation, economic effect, harrow, mechanical seeder.

Вступ. Використання зернових сівалок має дуже давнє походження, оскільки вони використовувалися в китайському сільському господарстві з давніх часів (Ortiz-Sañavate, 1989). Однією з перших посівних машин був іспанець Хосе Локателлі, який у 1636 році провів випробування у Відні. Ця сівалка складалася з веретена з розподільником ложок. Пізніше, у 1701 році, їх почав впроваджувати та розвивати в Англії англійський агроном і винахідник Джетро Тулл.

Джетро Тулл вирішив спробувати систему, засновану на мотиці, яку тягнуть коні, оскільки він вважав, що тяга тварин може прискорити процес посіву. Цей процес дозволив йому об'єднати дві фази: видалення ґрунту та внесення насіння. Так народилася його сівалка, інструмент, який дозволяв, за допомогою невеликої робочої сили людини, обробляти та засівати великі поля. Крім того, воно регулярно розподіляло насіння завдяки механічному бар'єру, який розподіляв його в ряди, і це зменшувало потребу обробляти поле для видалення бур'янів.

¹²Науковий керівник: Солона О.В. к.т.н., доцент кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві.

З початком промислової революції в дев'ятнадцятому столітті до сьогодення було розроблено кілька типів сівалок для сільського господарства з різними принципами роботи та різними типами механізмів дозування, які гарантують як стандарти доставки, так і рівномірне покриття насіння. Для досягнення ефективності посівних робіт машини оснащені допоміжними робочими органами, які можуть зрізати пожнивні рештки в полі, щоб уникнути застрягання в машині, вносити добрива, дозувати і регулювати подачу насіння, закривати насіння і ущільнювати посіви, лінію, якщо необхідно.

Підготовка ґрунту та якість насіння є основними факторами, які слід брати до уваги, оскільки вони визначають відсоток проростання рослин та їхню силу, що безпосередньо впливає на врожайність. Нарешті, густина посіву, залежно від типу насіння, яке буде висаджено, та його посівної рамки визначає заселеність поля, і це параметри, які визначаються механізмом дозування та відстань між рядами. Густина посіву повинна бути орієнтована на оптимальне використання посівної площі, щоб мати достатню врожайність.

На Кубі використовувалися технології механізованого посіву, в основному після тріумфу революції, коли були придбані сівалки кількох іноземних марок, оскільки їх виробництво в країні було обмежено браком матеріалів і технологічними обмеженнями. Лише окремі моделі сівалок тваринної та механізованої тяги розробляються в рамках локального вирішення потреби механізації посіву для підвищення продуктивності.

Беручи до уваги цю проблему, MINAG зорієтувала задачу відтворення зернової сівалки з моделі, виготовленої незалежним виробником, у муніципалітеті Сіфуентес, провінція Вілья-Клара, оскільки вона працювала з хорошими результатами, невеликою складністю, але ефективним посівом. Крім того, оскільки існуючі сівалки в провінції (Gaspardo італійського виробництва) виявляли проблеми з полумками, а придбання їх компонентів було неможливим або складним. Враховуючи ці аспекти, метою цієї роботи було переробити звичайну зернову сівалку «GUAJIRO AM 2010-1-5T».

Виклад основного матеріалу. Редизайн сівалки полягав у модифікації систем трансмісії та дозування, а також ущільнювачів та маркерів, для чого використовувалися наступні методики: Методика розрахунку трансмісії та робочих органів, розрахунок ланцюгової передачі, розрахунок ланцюгових передач було зроблено за методологією, встановленою Моттом в 2006 році, взявши за посилання наступні змінні: D_p : діаметр моторного колеса, м; N_{mr} : кількість отворів для кукурудзяного валка, безрозмірна; N_{rf} : кількість отворів для рулету, безрозмірна; Z_1 : кількість зубів зірочки провідника, безрозмірна; Z_2 : число зубів веденої зірочки, безрозмірне; i : коефіцієнт передачі, безрозмірний.

$$i = Z_1/Z_2 \quad (1)$$

Сівалка призначена для посіву між двома грядками, тобто від 0,45 м до 0,90 м. Були два можливі сценарії:

Для маркування шини, яка знаходиться найближче до лінії висіву, використовуйте $-b$, а щоб позначити шину, найдальшу від лінії висіву, використовуйте $+b$.

$$D = \frac{e(n+1) \pm b}{2} \quad (2)$$

Де:

D - відстань від диска до центру зовнішньої борозни, м; n - кількість рядків, безрозмірна; b - розмір, м; e - відстань між рядами, м. Методологія аналізу резистентності MEF

Для проведення цих аналізів, як у структурі, так і в робочих органах сівалки, використовувався метод кінцевих елементів. Він включав створення віртуальної моделі (3D), призначення матеріалу, створення сітки, віртуальне моделювання та обробку результатів.

Віртуальна модель. Віртуальна (3D) модель сівалки була створена за допомогою програми Mechanical Desktop 2008, а метод кінцевих елементів використовувався в програмному забезпеченні SolidWorks 2010 для розрахунку опору.

Прикордонні умови. На другому етапі були визначені межі або крайові умови віртуальної моделі. У цьому випадку за нерухоме зчеплення були прийняті три точки кріплення сівалки до штанг трактора, тобто бічні штанги та третя точка кріплення. Безпосередньо до робочих органів прикладалася сила 14 кН, еквівалентна тяговому зусиллю тракторів тягового класу 14 кН.

Мешінг. Дискретизація фізичної моделі була виконана з вільної сітки (рис. 1) з використанням квадратичних елементів високого порядку з чотирма точками Якобі, для яких було згенеровано 68 782 елементів із 134 224 вузлами.

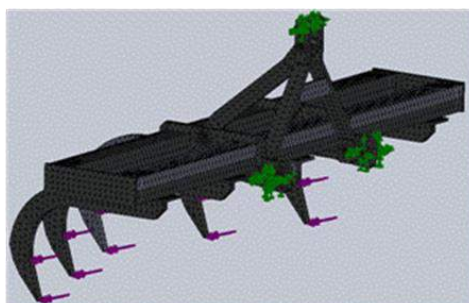


Рис. 1. Сітка віртуальної моделі

Після завершення розрахунку та проектування робочих органів, які необхідно модифікувати, був побудований прототип досконалої сівалки, яка була випробувана в лабораторних умовах (статичні) та в умовах роботи в полі (Portales, 2017).

Ділянки, на яких проводився посів, розташовані на фермі Self-Consumption Farm, що належить «Empresa de Desmonte y Construcciones» (EDESCON). Використано дві ділянки (I та II) з бурим карбонатним ґрунтом.

Посів кукурудзи проводили на ділянці I, яка має ухил 2%. Середня глибина посіву становила 0,08 м.

У квасолі сівбу проводили на ділянці II, з ухилом 1,2%. Середня глибина посіву цієї культури становила 0,10 м.

Основною метою випробувань було визначення точності посадки насіння та ефективності розподілу. Були проведені наступні види випробувань.

Статичні випробування (лабораторія):

Коли висівний агрегат знаходиться в нерухомому положенні, механізм обертатиметься зі швидкістю обертання, що дорівнює робочій швидкості, враховуючи теоретичну швидкість просування машини та налаштування співвідношення механізму дозування. Під розподільним органом сівалки клали стрічку, на яку скидали насіння. Лінійна швидкість стрічки дорівнювала швидкості просування сівалки при русі без пробуксовки.

Оскільки контроль відстані між насінням здійснюється за допомогою комбінації кількості отворів і швидкості обертання дозувального елемента, випробування проводилися для різних діапазонів швидкостей. Вимірювання цього контролю охоплювало загальну робочу відстань, що відповідає мінімум 250 насінням на місці. Для робочої ширини використовували три органи, розташовані на відстані 0,90 м.

Крім того, визначали інші змінні (посівна потужність, кг/га, та пошкоджене або подрібнене насіння, %).

Пробне випробування в полі:

За допомогою цього тесту було визначено інші змінні, які впливають на модернізацію зернової сівалки, а саме:

V : середня швидкість агрегату, м/с; відстань між насінням, мм; G : загальна схожість, %; X : середнє арифметичне глибини посіву, мм; та відстані між рядами, м. Методика економічної ефективності сівалки.

Розрахунок економічного ефекту (АСС., 1984) проводився за допомогою наступних рівнянь:

$$E = [(GR_1) - (GR_2)]Q_2 \quad (3)$$

Де:

E - Економічний ефект, GR_1 у GR_2 - Зменшені витрати на одиницю (попередня та нова техніка, відповідно), Q_2 - Обсяг виробництва, застосованого до інновації, безрозмірний.

Враховуючи, що:

$$GR_1 = C_1 + cI_1 \quad (4)$$

$$GR_2 = C_2 + cI_2 \quad (5)$$

Де:

C_1 у C_2 - Вартість виробництва на одиницю (відповідно попередньої та нової техніки), c - Коефіцієнт ефективності інвестицій, безрозмірний; I_1 е I_2 - Інвестиції на одиницю продукту для визначення винаходів, інновацій або раціоналізацій для попередня техніка і нова, відповідно, підставляючи 4 і 5 в 3, визначали економічну ефективність, як:

$$E = [(C_1 + cI_1) - (C_2 + cI_2)]Q_2 \quad (6)$$

Результат та обговорення:

Проектування системи передачі. Він полягав у використанні передачі потужності по ланцюгу з кроком 25,4 мм за своїми розмірно-конструктивними

характеристиками, що робить його придатним для роботи у вологості та контакті з частинками, які можуть просочуватися через щілини між ланками. Крім того, він показує довший час життя порівняно з іншими номерами рядків.

Джерелом двигуна служить польове колесо сівалки (рис. 2), де встановлено дві зірочки, які поєднуються з двома іншими, встановленими на валу розподільника, що дає можливість чотирьох робочих положень (табл. 1). Польові колеса виготовлені зі сталі діаметром 0,37 м з шипами на ходовій поверхні для зменшення ковзання; колеса були встановлені на радіальних шарикопідшипниках.

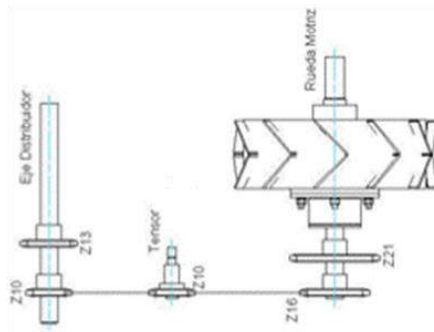


Рис. 2. Схема трансмісії сівалки Guajiro AM 2010-1-5T.

Таблиця 1

Передавальне число сівалки, комбінації передач, зірочки колесо, зірочки розподільник, передаточне число, (i).

Z = 16	Z = 10	1,60
Z = 21	Z = 1	1,61
Z = 16	Z = 13	1,23
Z = 21	Z = 10	2,1

Дизайн маркерів. Отримані результати свідчать про те, що для дотримання норми відстані між рядами маркери повинні мати регулювання від 0,64 до 1,09 м (рис. 3). До нової сівалки були додані маркери, які регулюються для посіву в рамки від 0,45 м до 0,90 м. Система дозування була модифікована з точки зору її компонентів, щоб досягти кращого регулювання залежно від типу насіння, яке буде використовуватися. Були додані шарнірні та металеві пластинчасті заглушки, оскільки ті, що володіли сівалкою, були ланцюговими і не досягали рівномірного покриття.

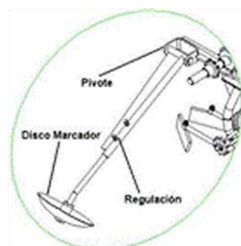


Рис.2. Деталь розробленого маркера

Конструкція дозуючого органу. Цей орган складається з двох взаємозамінних валиків з поліетилену високої щільності (табл. 2), діаметри отворів яких різняться відповідно до розмірів насіння.

На першому етапі виготовлення роликів була виготовлена циліндрична форма для отримання напівфабрикату методом інжекції. Пізніше була використана механічна обробка для конформації остаточної геометрії (рис. 4а), а також встановлено зовнішній діаметр і отвори. Спеціально для цього випадку був розроблений спліттер. Нарешті, зроблено різьбовий отвір для кріплення ролика до валу розподільника.

До системи було додано гумовий обмежувач (рис. 4с), щоб видалити надлишок насіння з канавок і зменшити механічні пошкодження від зсуву. Внесені модифікації пропонують можливість досягнення більшої універсальності сівалки, покращення обробки насіння за рахунок зменшення відсотка пошкодженого насіння при використанні пластику як матеріалу для роликів. На малюнку 4b показаний огляд вузла роликів та інших елементів сівалки.

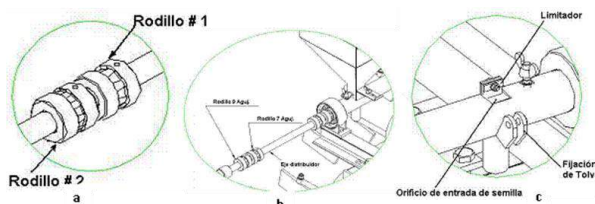


Рис. 4. Деталь розташування роликів розподільника на валу розподільника

Таблиця 2

Особливість виготовлених ролів

Ролики	Площа розрізу, (мм ²)	Кількість пазів, (Z); безрозмірний	Робоча довжина, (л); (м)	Коефіцієнт заповнення, (β); безрозмірний
1	791.28	7	17	0.85
2	706.50	9	13	0.90

Результат аналізу резистентності. Найбільш навантаженими були внутрішні дуги борозен і точки зчеплення сівалки з брусами трактора (рис. 5), напруга яких досягала від 41329,61 до 74393,29 кПа, тобто ділянки, де прямі отримано дію зовнішніх зарядів та їх реакції.

Проте аналіз розподілу коефіцієнта міцності показав, що конструкція сівалки здатна витримувати навантаження, які виникають під час роботи, демонструючи значення коефіцієнта 2,2 у цих зонах. Це значення вважається задовільним для такого типу конструкції (García & Castrillon, 2016).

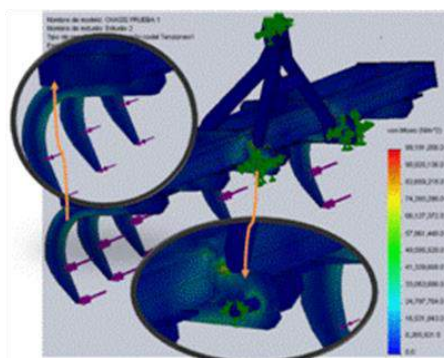


Рис.5. Розподіл напруг фон Мізеса

Стосовно результатів деформацій, були показані максимальні значення, які коливаються між 1,29 і 2,42 мм; ці значення були зафіксовані в зоні зчеплення з трактором. Як логічно, найбільші зсуви мали торці органів борозни, від 1,05 до 1,41 мм, оскільки вони збігаються із зоною безпосередньої взаємодії робочого органу з землею.

Результати експериментальних досліджень. Опис робочого процесу. Сівалка може працювати на оброблених ґрунтах із низьким утворенням поживних решток, оскільки не має дисків для подрібнення соломи та може висаджувати на рівних терасах або на грядках. Борозноутворювачі відкривають борозни постійної глибини до 0,15 м, яку можна змінювати відповідно до вимог культури. Згодом укупорки вкривають рядок посіву. Крім того, він має можливість регулювання відстані між рядами та між рослинами, калібру насіння для посадки та глибини роботи (рис. 6).



Рис. 6. Прототип сівалки GuajiroAM 2010-1-5T

Висновки. Розробка органів, що визначають якість роботи сівалки, виходила з агротехнічних вимог, встановлених для розвитку посівів кукурудзи та квасолі в досліджуваних умовах виробництва.

Визначення показників продуктивності показало, що сівалка придатна для посіву квасолі та кукурудзи в умовах кубинського землеробства, оскільки гарантує дотримання норм посіву від 24,80 до 93,0 кг/га, в діапазоні швидкостей і глибини посіву від 1,95 до 2,06 м/с і 0,05-0,15 м відповідно.

Визначення показників якості роботи показало, що машина відповідає вимогам якості, встановленим для виконання даної роботи. Реконструювання робочих органів дозволяє сівалці працювати як на рівній землі, так і на борознах, пристосовуючись до рам плантації від 0,45 до 0,90 м і максимальної глибини посадки 0,28 і 0,16 м для кукурудзи та квасолі відповідно.

Аналіз механічних пошкоджень насіння механічним розподільником показав, що насіння кукурудзи було в межах допустимого відсотка (3%), для сівалок з таким типом розподільника.

Загальні витрати на виробництво сівалки становили 1 000,00 доларів США, тобто економія за рахунок імпортозаміщення склала 4 500,00 доларів США.

Список використаної літератури

1. ABREU RICARDO, Y.; R. A. ESTRADA CINGUALBRES; H. CALZADILLA DUBRÁS. Análisis dinámico del sistema de dirección de la cosechadora de caña cubana CCA-5000. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 24(1): 5-13, 2015, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
2. ACC. *Metodología para el cálculo del efecto económico, de la introducción de una innovación, racionalización o invención*. Cuba: Academia de Ciencias de Cuba, pp. 13. La Habana, Cuba, 1984.
3. ALVAREZ, E. V. Método simple de selección para la producción de semilla de papa", *Revista Latinoamericana de la papa*. 1(1): 18-24, 2016, ISSN:1853-4961.
4. ALVES FILHO. *Elementos Finitos-A base da tecnologia CAE*, edit. Editora Saraiva, pp. 8536525495, 2018.
5. BERRIOS, D. R.; R. FRANCO. Análisis Experimental y Numérico de la Trayectoria de Propagación de Fisuras por Fatiga Utilizando XFEM. *Información tecnológica*. 29: 19-34, 2018, ISSN: 0718-0764.
6. CABRERA, D. M.; M. C. CRUZ; D. M. ALLEN. Producción de semilla y forraje de guinea (*Megathyrus maximus*) con intercalamiento de leguminosas temporales Canavalia y Dolicho (*Canavalia ensiformis* y *Lablab purpureus*) en áreas de intervención del proyecto basal Jimaguayú. *Universidad & Ciencia*. 6(1): 57-64, 2017, ISSN: 2227-2690.

Павло НАВАЖАНЮК¹³,
Студент 2-го року навчання,
Інженерно-технологічного факультету,
Вінницького національного аграрного університету
Вінниця, Україна

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РЕСУРСНИХ ВИПРОБУВАНЬ ПЛУНЖЕРНИХ ГІДРАВЛІЧНИХ ЦИЛІНДРІВ

Анотація. Дана робота присвячена вирішенню питання розробки стенда для проведення ресурсних випробувань плунжерних гідравлічних циліндрів. Виконано аналіз систем приводів стендів випробувань гідравлічних циліндрів, огляд конструкції відомих стендів та стан дослідження гідравлічних приводів технологічного обладнання, Розроблено математичну модель гідромеханічного привода стенда для випробування плунжерних гідроциліндрів з рекуперацією енергії.

Ключові слова: Розробка, конструкція, стенд, ресурсні випробування, гідравлічні циліндри.

Annotation. This work is devoted to solving the issue of developing a stand for carrying out resource tests of plunger hydraulic cylinders. An analysis of drive systems of hydraulic cylinder test stands was carried out, a review of the design of

¹³Науковий керівник: Шаргородський С.А. к.т.н, доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

known stands and the state of research of hydraulic drives of technological equipment was carried out, a mathematical model of a hydromechanical drive of a stand for testing plunger hydraulic cylinders with energy recovery was developed.

Keywords: Development, construction, stand, resource tests, hydraulic cylinders.

Вступ. Енергетична ефективність і енергозбереження є важливими темами досліджень у технологічних машинах і встаткуванні. Значимим параметром машин, механізмів, приводів, технологічного встаткування є надійність. Надійність перевіряється й підтверджується проведенням ресурсних випробувань, за результатами яких виявляють характеристики й властивості комплектуючих матеріалів і робочих рідин, які застосовуються при виробництві гідроциліндрів та у процесі експлуатації. Ресурсні випробування вважаються енергоємними, тому що необхідно випробування проводити тривалий час, який заявлений у технічних умовах або ГОСТ. Довговічність закладається виробником гідродвигунів у вигляді загальної сумарної довжини ходів гідроциліндра. Так для плунжерних гідроциліндрів надійна робота повинна забезпечуватися при проходженні 1500 кілометрів плунжера, що становить 57 діб або 1388 годин безперервної роботи гідродвигуна при швидкості 0,3 м/с. Достовірні результати ресурсних випробувань забезпечать випробувальні установки, які дозволять проводити випробування в умовах наближених до реальних умов експлуатації.

На рис. 1 представлена схема стенда для випробування гідроциліндрів на міцність, функціонування на неодруженому ході, зовнішню герметичність по нерухливих з'єднаннях, внутрішній витік, тиски зрушування та холостого ходу.

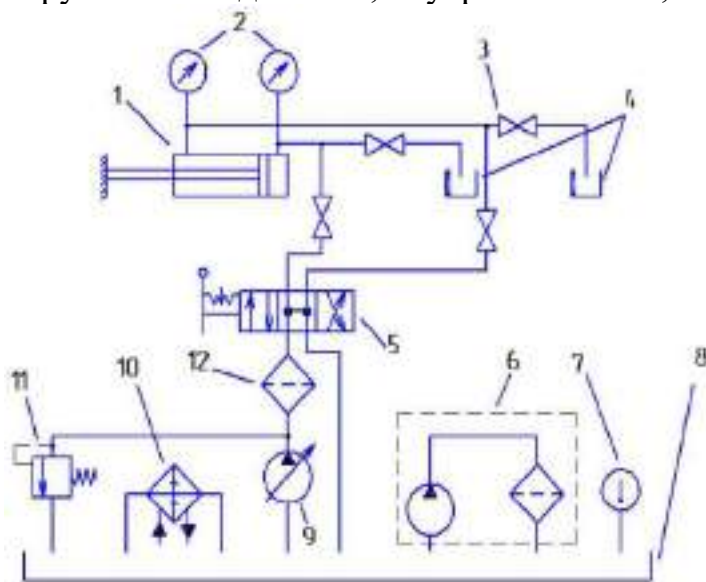


Рис 1. Схема стенда для випробування гідроциліндрів на міцність, функціонування на холостому ході, зовнішню герметичність по нерухливих з'єднаннях, внутрішнє витікання, тиск зрушування та холостого ходу.

Випробувальний стенд працює в такий спосіб: регульований насос 9 подає потік рідини в гідророзподільник 5 з ручним керуванням, який направляє робочу рідину в поршневу або штокову порожнину випробуваного гідроциліндра 1. Для визначення обсягу витоків установлені мірні ємності 4. Манометри 2 служать для візуального контролю тисків у поршневий і штокової порожнинах гідроциліндра при проведенні випробувань.

Установка включає допоміжні елементи: 6 - фільтруюча установка, яка забезпечує постійне очищення робочої рідини в гідробаку 8, термометр 7 дозволяє мати дані про температуру робочої рідини в

гідробаку, позицією 10 позначений теплообмінний апарат, клапан запобіжний 11 служить для контролю тиску в напірній лінії, у лінії нагнітання між насосом 9 і гідророзподільником 5 встановлено фільтр 12.

Гідромашини зворотно-поступальної дії (гідроциліндри) використовуються в будівельно-дорожніх і сільськогосподарських машинах, а також у технологічному встаткуванні. Широке застосування гідроциліндрів обумовлене рядом переваг, такими як: доступність керування, можливість установки в автоматизовані лінії різноманітного встаткування, плавна зміна швидкості переміщення робочого органу залежно від зовнішнього навантаження. У той же час гідроциліндри мають деякі недоліки, для виготовлення виконавчих елементів необхідна висока точність, а також постійні характеристики фізичних параметрів робочих рідин, використовуваних у гідравлічних системах [1, 2].

У дослідженнях теорії енергозбереження вітчизняних і закордонних учених розглядається ідея застосування потенційної енергії в рекуперативних системах у різних гідрофікованих технологічних машинах [7, 8].

Представлена на рис. 2 енергозберігаюча система гідравлічного приводу виделкового навантажувача складається з: *НМ1* і *НМ2* - гідравлічні насос-мотор, *Р1* і *Р2* - гідророзподільники, *К1* - *К3* - зворотні клапана, *ГЦ1* і *ГЦ2* - поршневі гідроциліндри, *ГЦ3* - плунжерний гідроциліндр, *Д1* - дільник потоку, *КП1* і *КП2* - запобіжні клапана, *Ф* - фільтр, *Б* - гідробак.

На рис. 3. показана дослідна схема рекуперації енергії з електричним приводом серводвигуна виделкового навантажувача Humanic HS- 16F5400.

Система складається із циліндра однобічної дії (I зона вільного підйому, II зона другого циліндра), двоходового нормально закритого тарілчастого клапана, запобіжного клапана, гідравлічного насоса/двигуна, масляного бака, синхронного двигуна/генератора з постійними магнітами, перетворювача частоти.

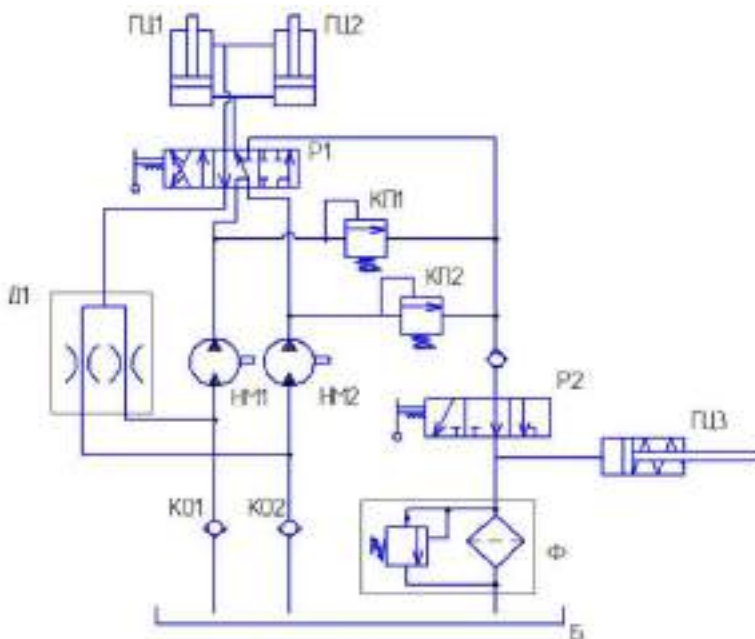


Рис 2. Енергозберігаюча гідравлічна система виделкового навантажувача.

Сервопривод електродвигуна керує швидкістю гідравлічного насоса з фіксованим робочим об'ємом і положенням гідросистеми. Для керування ГЦ замість традиційного пропорційного клапана використовується двоходовий нормально закритий тарілчастий клапан. Гідравлічний насос створює потік, що залежить від швидкості обертання серводвигуна. При зниженні маси потенційна енергія змушує гідравлічну машину обертатися як двигун, а

електрична машина діє як генератор, керований перетворювачем частоти. Перетворювач регулює крутний момент генератора й активно випрямляє генеровану електричну енергію в постійний струм.

Рекуперація полягає в повторному використанні накопиченої енергії в процесі опускання ГЦ із вантажем. Енергія накопичується, точніше відбувається підзарядка акумуляторних батарей, гідронасос - мотор при опусканні ГЦ є приводом генератора. У результаті експлуатації виделкового навантажувача скорочується споживання енергії за рахунок роботи насосів у половині робочих циклів, а за повний робочий цикл підйому-опускання споживання енергії зводиться до мінімуму й не застосовується потужність приводу при процесі опускання.

Викладення основного матеріалу. У процесі проведення різних випробувань, у тому числі й гідравлічних об'ємних машин, корисна робота не проводиться, отже потужність, споживану приводом, необхідно максимально по можливості знизити. Для зниження споживаної потужності приводу запропоновано ввести в систему приводу станда додаткові механічні передачі з певними передаточними числами, які б зв'язували вали приводів машин обертальної дії й електродвигуна. У сукупності запропонований ГМП станда забезпечує рекуперацію енергії при проведенні РВ плунжерних ГЦ.

Відомі конструкції рекуперативних приводів для випробувань гідравлічних машин, у яких у процесі випробувань одна випробувана машина є навантаженням для іншої випробуваної машини й навпаки.

Гідрокінематична схема приводу станда ресурсних випробувань плунжерних гідравлічних циліндрів з рекуперацією енергії без передатної ланки наведена на рисунку 4. Стенд працює в такий спосіб. Гідронасос ГН приводиться в обертання від вала електродвигуна ЕД. На виході гідронасоса виникає гідравлічна енергія потоку рідини, перетворена з механічної енергії ЕД.

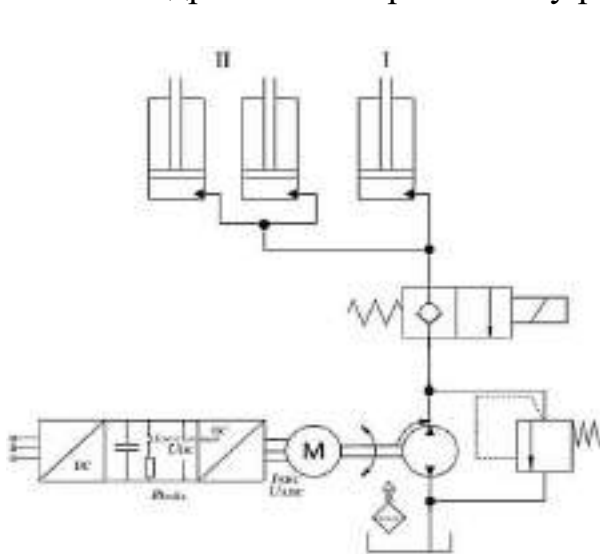


Рис 3. Електрогідравлічна схема виделкового навантажувача Нитаніс HS-16F5400

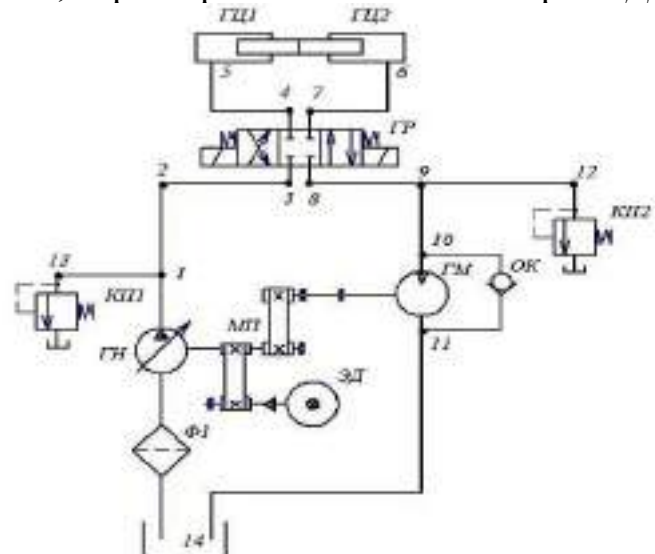


Рис 4. Схема станда для ресурсних випробувань плунжерних гідроциліндрів з рекуперацією енергії без передатної ланки.

Потік РР по гідролінії 1-2-3 надходить у гідророзподільник ГР, потім через канал 4-5 у робочу порожнину плунжерного гідроциліндра ГЦІ. Штоки

гідравлічних циліндрів $ГЦ1$ і $ГЦ2$ механічно зв'язані між собою. Отже, при висуванні плунжера $ГЦ1$ плунжер $ГЦ2$ втягується. За тим потік РР надходить на вхід гідромотора $ГМ$, у якому гідравлічна енергія РР перетворюється в механічну енергію обертання вала, вал гідромотора з'єднаний з механічної передачі $МП$, через яку енергія передається на вал гідронасоса $ГН$, де підсумується з енергією обертання вала електродвигуна й знову перетвориться гідронасосом в енергію РР. При перемиканні секцій гідророзподільника $ГР$ гідравлічні циліндри рухаються у зворотному напрямку, вал гідромотора не міняє напрямки обертання.

Передатні відношення між валами приводу повинні бути підібрані таким чином, щоб гідромотор змушував вал гідронасоса обертатися із частотою більшою, ніж той уже обертається, що створює навантаження на валу гідромотора, тобто до росту тиску в магістралі, що зв'язує насос із гідромотором. Запобіжний клапан $КП2$ служить для обмеження тиску РР і регулювання величини навантаження в гідролінії між гідромотором і гідронасосом. Зворотний клапан ОК призначений для шунтування (для роботи гідромотора в режимі холостого ходу при знаходженні штока $ГЦ$ у крайніх положеннях) гідромотора в процесі розгону й гальмування гідроциліндрів [19].

У викладеному схемотехнічному рішенні приводу стенда, енергія використовується повторно в тому самому процесі випробувань, тобто відбувається рекуперація енергії. У якості навантаження одного випробуваного гідроциліндра виступає інший випробуваний гідроциліндр і навпаки. Розглянута ідея випробувань із рекуперацією енергії суттєво дозволяє спростити схему гідромеханічний привід іспитового стенда, тому що відсутні системи навантаження, зменшилися габаритні розміри й найголовніше знижуються енерговитратні (споживання електричної енергії електродвигуном).

Одним з найбільш ефективних методів попереднього дослідження технічних об'єктів у цей час є їхнє математичне моделювання й розрахунки очікуваних характеристик. При моделюванні гідромеханічної системи стенда зроблені наступні допущення: усі механічні елементи системи стенда вважаються абсолютно твердими; зазори в шарнірах відсутні; частота обертання вала електродвигуна приймається постійною; витоками у гідророзподільнику зневажаємо.

Для аналізу функціонування гідромеханічної системи, а також обліку втрат енергії в гідромеханічній системі пропонованого стенда випробувань гідравлічних машин застосуємо наступну математичну модель:

$$dp = C_{np_i} (\sum Q_{вх_i} - \sum Q_{вих_i}) dt, \quad (1)$$

де $\sum Q_{вх_i}$ - сума всіх миттєвих витрат робочої рідини вхідних у розглянуті (i -е) обсяги рідини за час dt ; $\sum Q_{вих_i}$ - сума всіх миттєвих витрат робочої рідини, що виходять із розглянутого (i -го) обсягу рідини за час dt ; C_{np_i}

- приведений коефіцієнт об'ємної жорсткості виділеної ділянки гідравлічної системи.

Значення витрат робочої рідини, необхідні для підстановки в (1) визначаються по формулі

$$Q_i = \mu f \sqrt{\frac{2}{\rho} |p_i - p_{i+1}|} \cdot \text{sign}(p_i - p_{i+1}) \quad (2)$$

Витрати гідронасоса, гідромотора та гідроциліндрів визначаються по наступних формулах

$$Q_H = \omega_H \cdot q_H; \quad (3)$$

$$Q_{ГЦ1} = f_{nl1} \cdot v_{nl1}; \quad (4)$$

$$Q_{ГЦ2} = f_{nl2} \cdot v_{nl2}; \quad (5)$$

$$Q_{ГМ} = \omega_{ГМ} \cdot q_{ГМ}; \quad (6)$$

де p_i - величина тиску у відповідних крапках розрахункової схеми, Па; f - площа прохідного перетину трубопроводу, м²; ρ - щільність виділеного обсягу робочої рідини, кг/м³; ω_H - кутова швидкість обертання вала насоса, с⁻¹; $\omega_{ГМ}$ - кутова швидкість обертання валів гідромотора, с⁻¹; q_H - характерний об'єм насоса, м³/рад; $q_{ГМ}$ - характерний об'єм гідромотора, м³/рад; f_{nl1} - площа плунжера першого гідроциліндра, м²; f_{nl2} - площа плунжера другого гідроциліндра, м²; v_{nl1} - швидкість переміщення першого плунжера, м/с; v_{nl2} - швидкість переміщення другого плунжера, м/с; μ - коефіцієнт витрати відповідного гідравлічного опору.

Рівняння руху плунжера ГЦ1 і ГЦ2 має вигляд

$$\frac{dv_n}{dt} = \frac{1}{m_{n,np}} ((p_3 f_{п} - p_4 f_{п}) - kv_{п} - R) \quad (7)$$

де v_n - швидкість руху плунжера, м/с; $m_{n,np}$ - наведена до плунжера маса рухливих частин гідроприводу, кг; f_n - площа плунжера, м²; p_3 - тиск у першому гідроциліндрі, Па; p_4 - тиск у другому гідроциліндрі, Па; k - коефіцієнт тертя в рухливому з'єднанні плунжера гідроциліндра; R - постійна сила опору на плунжері гідроциліндра.

У загальному випадку методика визначення приведенного коефіцієнта об'ємної жорсткості трубопроводу з робочою рідиною та приведенного коефіцієнта об'ємної жорсткості робочої порожнини плунжерного гідроциліндра, запропоновані в роботах.

Рух ротора гідромотора описується рівнянням:

$$\frac{d\omega_{ГМ}}{dt} = \frac{1}{J_{ГМ}} (q_{ГМ} (p_5 - p_6) - M_{ГМ}) \quad (8)$$

де $Q_{ГМ}$ - характерний обсяг гідромотора, м³/рад; $\omega_{ГМ}$ - кутова швидкість вала гідромотора, с⁻¹; $J_{ГМ}$ - центральний момент інерції ротора гідромотора, кг·м²; p_5 - тиск на вході в гідромотор, Па; p_6 - тиск на виході з гідромотора, Па; $M_{ГМ}$ - крутний момент створюваний гідромотором, Н·М.

Рух ротора гідронасоса, описуються рівнянням

$$\frac{d\omega_H}{dt} = \frac{1}{J_H} (M_{ED} + M_{ГМ} - q_H (p_1 - p_7)) \quad (9)$$

де q_H - характерний об'єм насоса, м³/рад; ω_H - кутова швидкість вала гідронасоса, с⁻¹; J_H - центральний момент інерції ротора гідронасоса, кг·м²; p_1 - тиск на виході з гідронасоса, Па; p_7 - тиск на вході з гідромотора (тиск у баку), Па; M_{ED} - крутний момент створюваний електродвигуном, Н·М.

Спільний розв'язок отриманих диференціальних і алгебраїчних рівнянь дозволить розрахувати параметри гідромеханічної системи на перехідних режимах, що й установилися, у реальному масштабі часу.

Крутний момент, створюваний ротором асинхронного електродвигуна визначається по формулі.

$$M_H = M_{ED} \cdot i_{12} + M_{ГМ} \cdot i_{32} \quad (10)$$

$$M_{ED} i_{12} = q_H \cdot (p_1 - p_7) + M_{ГМ} \cdot i_{32} \quad (11)$$

де i_{12} - передатне відношення механічної передачі МП1 (від вала електродвигуна на вал гідронасоса);

i_{32} - передатне відношення механічної передачі МП2 (від вала гідромотора на вал гідронасоса).

Крутний момент, створюваний ротором гідромотора визначається по формулі

$$M_{ГМ} = q_H \cdot (p_5 - p_6), \quad (12)$$

Підставивши вираз (4) в (3) одержимо

$$M_{ED} = \frac{q_H \cdot (p_7 - p_1) - q_{ГМ} \cdot (p_5 - p_6) i_{32}}{i_{12}} \quad (13)$$

де M_{ED} - крутний момент створюваний електродвигуном, Н·М; $M_{ГМ}$ - крутний момент створюваний гідромотором, Н·М; M_H - крутний момент створюваний гідронасосом, Н·М; Для визначення споживаної й ефективної потужності для рекуперативної системи й стенда в цілому, визначимо ряд рівнянь:

$$N_{HEF} = p_H Q_H, \quad (14)$$

$$N_{ГМ} = p_{ГМ} Q_{ГМ}, \quad (15)$$

$$N_{HE\Phi} = p_H Q_H, \quad (16)$$

$$N_{ГЦ} = V_{ГЦ} F_{ГЦ}, \quad (17)$$

де $N_{HE\Phi}$ - ефективна потужність насоса, Вт; N_M - ефективна потужність гідромотора, Вт; $N_{ГЦ}$ - ефективна потужність гідроциліндра, Вт; $N_{H,СП}$ - споживана насосом потужність, Вт; M_{ED} - крутний момент, створюваний електродвигуном, Нм; p_H - тиск у насосі, Па; p_M - тиск у гідромоторі, Па; Q_H - витрата на гідронасосі, м³/с; Q_M - витрата на гідромоторі, м³/с; ω_{ED} - кутова швидкість електродвигуна, с⁻¹; $V_{ГЦ}$ - швидкість гідроциліндра, м/с; $F_{ГЦ}$ - сила, що діє на плунжер гідроциліндра, Н.

Застосовувана методика моделювання гідромеханічних систем, дозволяє відслідковувати зміни, що відбуваються в системі, що значно спрощує аналіз динаміки системи й підвищує ефективність процесу випробувань плунжерних гідроциліндрів.

На рис. 5. зображено графік зміни в часі потужності енергетичних машин. На графіку видно, що потужність на вході електродвигуна становить 4 кВт, а потужність на випробуваних гідроциліндрах близько 15 кВт у процесі випробувань, отже рекуперативна гідромеханічна система приводу забезпечує енергозбереження.

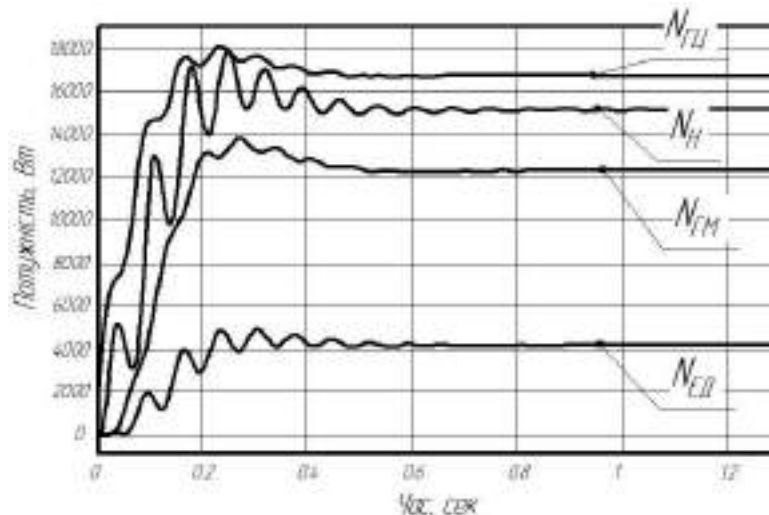


Рис 5. Графік зміни $N(t)$ потужності в часі, де N_{ED} - потужність на вході електродвигуна, N_H - потужність гідронасоса, N_M - потужність гідромотора, $N_{ГЦ}$ - потужність на випробуваному гідроциліндрі.

Висновки. Запропонована ідея гідромеханічної рекуперативної системи приводу стенда ресурсних випробувань плунжерних гідроциліндрів, дозволяє підвищити енергетична ефективність випробувань гідромашин зворотно-поступальної дії на (40...60) %.

Розроблена на основі застосування теорії об'ємної жорсткості математична модель гідромеханічної системи приводу стенда ресурсних випробувань плунжерних гідроциліндрів, дозволила зрівняти вплив різних конструктивних і функціональних параметрів елементів гідромеханічної системи стенда на динамічні показники й енергетична ефективність роботи його приводу вже на стадії проектування.

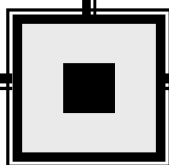
Список використаної літератури

1. Minav, T. Immonen, P., Laurila, L., Vtorov, V., Pyrhonen, J., Niemela, M. (2011). Electric energy recovery system for a hydraulic forklift - theoretical and experimental evaluation. IET Electric Power Applications, vol. 5, no. 4, p. 377-385, DOI:10.1049/iet-epa.2009.0302.
2. Ying-Xiao, Yu Optimization of energy regeneration of hybrid hydraulic excavator boom. Ying-Xiao Yu, Kyound Kwan Ahn. Energy Conversion and Management. 183(2019). Pp. 26-34.
3. Гунько, А.С. Стійкість роботи гідравлічного привода поперечних коливань доочисників головок цукрового буряку. М.І. Іванов, А.С. Гунько. *Промислова гідравліка і пневматика*. 2013. № 3(57). С. 43-51.
4. Гунько, І.В. Груповий гідропривод робочих органів машин сільськогосподарського призначення з послідовним з'єднанням гідромоторів. - Дис. канд.техн.наук:05.02.03..І.В. Гунько. Вінниця, 1999. 321 с.
5. Основи перспективних технологій виробництва продукції тваринництва / [Г. М. Калетнік, М. Ф. Кулик. В. Ф. Петриченко та ін.]; під ред. Г. М. Калетніка, М. Ф. Кулика. В. Ф. Петриченка, В. Д. Хорішка. – Вінниця : Енозіс, 2007. – 584 с.
6. А.М. Случевский, Н.Е. Сакович, Е.Н. Христофоров. Гідроциліндр двосторонньої дії з механічним кульковим замком. *Трактори й сільгоспмашини*. № 5. 2013. С. 39 - 42.
7. Токарчук О. А. Результати експериментальних досліджень з визначення зусиль на переміщення сипких вантажів на різних ділянках технологічних трас шайбового транспортера. *Зб. Вінн. нац. аграр. ун-ту. Серія: Технічні науки*. 2012. № 11. С. 60–65.

НАПРЯМ

5

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РІШЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА.



Катерина БАБАНОВА¹,
студентка 3-го курсу,
факультету технології виробництва,
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТУ У ГОДІВЛІ М'ЯСНИХ ПЕРЕПЕЛІВ

***Анотація.** Встановлено, що ферментна добавка "Ксилолад" демонструє значну ефективність у годівлі м'ясних перепелів породи "Фараон". Результати досліджень підтвердили позитивний вплив цієї добавки на показники живої маси та витрати кормів на одиницю приросту у перепелів. Крім того, виявлено, що ферментний препарат не суттєво впливає на гематологічні показники перепелів, що свідчить про його безпеку та стабільність в годівлі птиці.*

Отримані результати вказують на перспективи використання ферментних добавок у годівлі м'ясних перепелів.

***Ключові слова:** продуктивність, кормова добавка, перепели.*

***Annotation.** It has been established that the enzyme supplement "Xylolad" demonstrates significant effectiveness in the feeding of meat quails of the "Pharaoh" breed. The research results have confirmed the positive impact of this supplement on live weight indicators and feed costs per unit of gain in quails. Additionally, it has been found that the enzyme preparation does not significantly affect the hematological parameters of quails, indicating its safety and stability in poultry feeding.*

The obtained results indicate the prospects of using enzyme additives in the feeding of meat.

***Key words:** productivity, feed additive, quail.*

¹Науковий керівник: Роман Чудак доктор с.-г. наук, професор кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин ВНАУ.

Вступ. Швидкі темпи росту, рання статева зрілість, короткі інтервали між поколіннями, менші потреби в кормах та просторі, висока продуктивність яєць і стійкість до кількох хвороб свійської птиці - це лише деякі з особливостей, які характеризують м'ясних перепелів.

Ферменти або ензими - це білкові речовини вироблені рослинами, тваринами і мікроорганізмами, які виконують каталітичну роль у хімічних реакціях, що відбуваються в організмах. Через це їх ще називають біокаталізаторами - вони активують та прискорюють хімічні реакції, не змінюючи при цьому свою структуру.[7] Вони грають важливу роль у біологічних процесах, регулюючи метаболізм, перетворюючи одні речовини на інші і забезпечуючи необхідні реакції для життєдіяльності клітин.

Ферменти сприяють асиміляції поживних речовин і дисиміляції, тобто переробці складних речовин на більш прості з виділенням енергії. [5, 6]. Ці речовини надходять з кормом у вигляді складних комплексів і для того, щоб вони всмоктались та засвоїлись, потрібна складна фізична та хімічна переробка корму, яка здійснюється за допомогою системи органів травлення.

Останніми роками щораз більше у годівлі тварин використовують ферментні препарати. [3] Швидкі темпи росту та розвитку перепелів дають можливість отримати за рік до п'яти поколінь птиці. Але досягти високих показників у перепелівництві можна лише за умови максимального забезпечення біологічних потреб птиці. [8]

Застосування ферментних препаратів у годівлі сільськогосподарських тварин має важливе значення. Приблизно 25-30% органічних речовин не перетравлюються, хоча травні залози тварин виробляють достатню кількість пепсину, трипсину, амілаз, ліпаз та інших травних ферментів. Вагому роль відіграє додавання до раціону молодняку ферментів, адже його ферментативні системи травлення недостатньо розвинені [2, 3].

Мета статті полягає у вивченні продуктивної дії ферментного препарату «Ксилолоад» у годівлі перепелів м'ясної породи «Фараон».

Виклад основного матеріалу. «Ксилолоад» препарат, що містить монофермент ендоксиланазу, який гідролізує арабіноксилани. Цей ферментний препарат містить у своєму складі енд-1,4 β -ксиланазу. Призначений для гідролізу некрохмальних полісахаридів корму – арабіноксиланів і пентозанів у раціонах для с/г тварин і птиці. Оптимальний раціон для перепелів може включати мішанки сої, люцернового борошна і кукурудзи, які забезпечують повну потребу у поживних речовинах. Використовуючи різні набори кормових інгредієнтів, різні дослідники рекомендують різні поживні раціони для перепелів.[3] Максимальну ефективність препарат проявляє в раціонах, що базуються на пшениці, вівсі та пшеничних висівках. Рекомендована норма введення препарату для птиці становить 300 грамів на тону корму.

Завдання у досліді вирішували із застосуванням фізіологічних, зоотехнічних, гематологічних, морфологічних і біометричних методів досліджень [1].

В ході дослідження аналізувалися ефективність ферментного препарату "Ксилолад" та вплив комбікорму на продуктивність та гематологічні показники перепелів породи "Фараон".

Дослідження провадили згідно з методиками їх постановки за методом груп-аналогів. Групи-аналогі формують за походженням, віком, статтю, живою масою, продуктивністю.[1].

Для досліду було відібрано 40 перепелів породи «Фараон». Птицю розділяли за принципом аналогів на дві групи по 20 голів у кожній (табл.1).

Таблиця 1

Схема науково-господарського досліду

Група	Тривалість періоду, діб		Кількість, гол.	Особливості годівлі
	зрівняльного	основного		
1-контрольна	7	37	20	ОР (повнораціонний комбікорм)
2-дослідна	7	37	20	ОР+ (300г/т корму ферментного препарату «Ксилолад»).

Експеримент для м'ясних перепелів тривав 42 доби: 7 діб зрівняльний період, 37 доби – основний. Утримувались перепели в індивідуальних клітках з дотриманням зоогігієнічних вимог. Дослідній групі додатково до основного раціону згодовували 300г/т корму ферментного препарату «Ксилолад».

Динаміку живої маси перепелів визначали вранці, кожні 7 діб, шляхом зважування птиці. Крім того, визначали середньодобові, абсолютні, та відносні прирости живої маси.

Для вивчення впливу ферментної добавки на гематологічні показники у кінці досліду було проведено контрольний забій – по 4 голови з кожної групи [1].

У ході дослідження показники крові аналізувалися за допомогою різних методик. Гемоглобін визначали за допомогою гемометра Салі, еритроцити - за допомогою ФЕК, лейкоцити - за допомогою камери Горяєва, а швидкість осідання еритроцитів вимірювали в апараті Панченкова. Ці дослідження проводилися для отримання більш детальної інформації про гематологічний стан перепелів породи "Фараон".

Основні показники досліджень оброблені біометрично за методом Н. А. Плохінського [4]. Для цього використовували значення критерію вірогідності за Стьюдентом-Фішером при трьох його рівнях – *P < 0,05, **P<0,01, ***P<0,001, що дають достовірну величину середньої арифметичної та вірогідність різниці показників за малої та великої кількості спостережень.

Результати досліджень показали, що важливим показником продуктивності м'ясних перепелів є інтенсивність збільшення живої маси (табл. 2).

Встановлено, що додаткове згодовування ферментної добавки «Ксилолад» перепелам 2-ї групи у віці 21-ї доби жива маса збільшилась на 8,2 % ($P < 0,001$), порівняно з контролем.

У віці 28 днів перепели 2-ї групи переважали за живою масою контрольних аналогів на 7,6 % ($P < 0,001$).

Використання кормової добавки у годівлі самців 35 добового віку перепелів 2-ї групи сприяє збільшенню живої маси на 5,1 % ($P < 0,001$) відносно контролю.

У кінці досліджень у 42 доби за дії ферментного препарату жива маса самиць збільшується на 2,54% та самців на 3,4%, порівняно з контрольними аналогами, однак вірогідної різниці не встановлено.

Крім того, збереженість поголів'я у птиці 2-ї групи на 1%, порівняно з контрольною групою.

Таблиця 2

Жива маса та збереженість перепелів, г ($M \pm m, n = 20$)

Вік перепелів, днів		Група	
		1 – контрольна	2 – дослідна
1		8,5 ± 0,13	8,6 ± 0,17
7		20,4 ± 0,33	20,8 ± 0,32
14		49,9 ± 0,94	49,8 ± 0,87
21		89,6 ± 1,24	96,5 ± 1,48***
28		145,6 ± 1,74	154,8 ± 2,03***
35	самиці (n=10)	225,6 ± 3,38	233,1 ± 3,26
	самці (n=10)	191,1 ± 1,15	202,1 ± 1,93***
42	самиці (n=10)	287,2 ± 2,75	294,7 ± 4,09
	самці (n=10)	240,1 ± 3,55	248,6 ± 3,14
Збереженість, %	самиці (n=10)	98	99
	самці (n=10)	98	99

У ході досліджень вивчали середньодобовий приріст живої маси перепелів (табл. 3).

Таблиця 3

Середньодобовий приріст живої маси перепелів, г ($M \pm m, n = 20$)

Вік перепелів, днів		Група	
		1 – контрольна	2 – дослідна
1 – 7		1,72 ± 0,08	1,75 ± 0,05
8 – 14		3,81 ± 0,16	4,33 ± 0,15
15 – 21		6,12 ± 0,24	6,72 ± 0,22
22 – 28		7,95 ± 0,28	8,51 ± 0,33
29 – 35	самиці (n = 10)	11,33 ± 0,46	10,61 ± 0,44
	самці (n = 10)	6,63 ± 0,43	6,74 ± 0,51
36 – 42	самиці (n = 10)	8,94 ± 0,48	8,91 ± 0,78
	самці (n = 10)	7,12 ± 0,51	6,93 ± 0,53
У середньому по періодах дослідження	самиці (n = 10)	6,63 ± 1,32	6,62 ± 1,22
	самці (n = 10)	5,52 ± 1,16	5,64 ± 1,14

За використання ферментної добавки у годівлі м'ясних перепелів спостерігається тенденція до підвищення середньодобових приростів відносно контрольних аналогів.

У віці 8-14 діб за дії препарату в перепелів 2-ї групи абсолютний приріст збільшується на 12,7 % ($P < 0,05$), порівняно з контрольними ровесниками (табл. 4).

Таблиця 4

Абсолютний приріст живої маси перепелів, г ($M \pm m, n = 20$)

Вік перепелів, діб	Група	
	1 – контрольна	2 – дослідна
1 – 7	11,7 ± 0,38	12,1 ± 0,40
8 – 14	26,6 ± 1,57	30,2 ± 1,02*
15 – 21	42,5 ± 1,57	46,1 ± 1,54
22 – 28	54,7 ± 2,06	58,7 ± 2,39
29 – 35	самиці (n = 10)	79,0 ± 3,36
	самці (n = 10)	45,6 ± 2,97
36 – 42	самиці (n = 10)	62,4 ± 3,36
	самці (n = 10)	49,9 ± 3,37
За весь період вирощування	самиці (n = 10)	277,5
	самці (n = 10)	231,2
		284,0
		236,9

За весь період вирощування, за дії ферментної добавки, спостерігається збільшення абсолютної маси самиць на 2,6 % та самців на 2,8 %, порівняно з контролем.

Висновок. Протягом періоду дослідження ферментний препарат «Ксилолоад» демонстрував значне підвищення живої маси самиць перепелів породи «Фараон» на 2,6% та самців на 2,3%. Ця тенденція спостерігалася як у випадку середньодобових, так і відносних приростів, що свідчить про позитивний вплив досліджуваного фактора. Значне зменшення витрат корму на одиницю приросту у перепелів дослідної групи - на 4,8% для самиць і 6,5% для самців - також підтверджує ефективність застосування ферментного препарату у годівлі перепелів.

Незважаючи на це, досліджений ферментний препарат не суттєво вплинув на гематологічні показники перепелів, що може свідчити про його безпеку застосування в годівлі птиці, як добавку. Таким чином, отримані результати свідчать про потенційну перспективу використання ферментного препарату «Ксилолоад», у годівлі м'ясних перепелів для досягнення покращених показників продуктивності та ефективного використання кормових ресурсів.

Список використаної літератури

1. Калиниченко, Галина Іванівна. Основи наукових досліджень та патентування. 2021. С. 7-107.

2. Карунський О.Й. Практичне використання ферментного препарату “клерізім гранульований” в годівлі ремонтного молодняка курей-несучок Карунський О.Й., Севастьянов О.В Аграрна наука *Годівля тварин та та харчові технології технологія кормів* Випуск 3(97) 2017. С. 59 -67.

3. Пололян Ю. М. Вплив пробіотики на хімічний склад печінки перепелів *Науково-технічний бюлетень науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК, Дніпропетровського державного агроекономічного університету* Т4. №1, 2016.- С. 188-192.

4. Плохинский, Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. С. 256.

5. Порошинська, О. А. Активність протеолітичних ферментів органів травлення перепелів за впливу комплексу амінокислот. 2011. С. 66-70.

6. Mnisi, S. M., & Mlambo, V. Canola meal as an alternative dietary protein source in quail (*Coturnix coturnix*) diets—A review. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A—Animal Science*, 2018. 68(4), 207-218.

7. Ферменти, їх надлишок, дефіцит, класифікація та механізм дії, як обрати, для чого приймати. *foodok*: веб-сайт. URL: <https://foodok.com.ua/blog-foodok/fermenti-kh-nadlishok-deftsit-klasifikatsya-ta-mekhanizm-d-yak-obrati-dlya-chogo-priymati/> 2023.

8. Коренева Ж. Б., Куценко П. Я., Найда Н. В., Крикун В. М. Вплив м'ясо-кістково-пір'яного борошна на показники неспецифічної резистентності та продуктивність перепелів породи «Фараон». 2015. С.

Ігор КАЧАНОВ²,

Аспірант 1-го року навчання,
факультет технології виробництва,
переробки та робототехніки в тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ ПРОБІОТИЧНОЇ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПЕРЕПЕЛІВ

Анотація. Метою досліджу було вивчити вплив пробіотичної добавки на продуктивність перепелів. Виявлено, що за споживання перепелками пробіотичної кормової добавки у перепелів 2-ї дослідної групи збільшуються валовий збір яєць на 12,5 % ($P \geq 0,001$), несучість на одну середню несучку на 8,5 % ($P \geq 0,001$), інтенсивність несучості на 9,4 % ($P \geq 0,001$), висоти щільного шару білка на 25,0% ($P \geq 0,05$) та малого на 9,0% ($P \geq 0,01$), індекс білка на 20,0% ($P \geq 0,05$), товщина шкаралупи яєць у птиці 2-ї групи 4,7% ($P \geq 0,05$), показники

²Науковий керівник: Юлія Побережець к. с-г. н, доцент кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин ВНАУ.

напівпатраної тушки на 14,7% ($P \geq 0,05$) та патраної на 13,6% ($P \geq 0,05$), збільшення маси стегнових м'язів на 28,5% ($P \geq 0,05$), кількість гемоглобіну на 1,4%, проти контролю. Витрати корму на 10 шт. яєць у 2-й дослідній групі зменшуються на 2,9 % відносно контрольних аналогів. Дослід тривав 90 днів. Матеріалом для досліду було відібрано 40 голів перепілок-несучок, з яких за принципом аналогів створили дві групи. Зрівняльний період досліду тривав 7 діб, протягом якого молодняк усіх груп отримував комбікорм, який забезпечував їх поживними речовинами.

Ключові слова: перепілки, пробіотик, яйця, годівля, комбікорм.

Annotation. The aim of the experiment was to study the effect of probiotic supplementation on quail productivity. It was found that when quails consumed probiotic feed additive, quails of the 2nd experimental group increased gross egg production by 12.5% ($P \geq 0.001$), egg production per average laying hen by 8.5% ($P \geq 0.001$), egg production intensity by 9.4% ($P \geq 0.001$), dense protein layer height by 25.0% ($P \geq 0, 05$) and small by 9.0% ($P \geq 0.01$), protein index by 20.0% ($P \geq 0.05$), eggshell thickness in poultry of group 2 by 4.7% ($P \geq 0.05$), indicators of semi-gutted carcass by 14.7% ($P \geq 0, 05$) and gutted carcass by 13.6% ($P \geq 0.05$), an increase in thigh muscle weight by 28.5% ($P \geq 0.05$), haemoglobin by 1.4% compared to the control. Feed consumption per 10 eggs in the 2nd experimental group decreased by 2.9% compared to the control group. The experiment lasted 90 days. The material for the experiment was 40 heads of laying quails, of which two groups were formed on the basis of analogues. The levelling period of the experiment lasted 7 days, during which the young birds of all groups received feed that provided them with nutrients.

Key words: quails, phytobiotics, eggs, feeding, mixed fodder.

Вступ. У птахівництві України як і багатьох країн світу широко використовують перепелів. Розвитку галузі сприяли біологічні особливості перепелів, серед яких головні – швидкостиглість, висока яєчна продуктивність, високі смакові та харчові якості яйця та м'яса птиці. Успішне розведення птиці здебільшого залежить лише від декількох важливих умов – оптимально збалансованого складу корму та комфортних умов утримання. Загальний стан організму перепелів прямо пропорційно відображається на продуктивності. Тому продуктивні якості птиці є важливим показником оцінки ефективності основного раціону та додаткового згодовування кормових добавок [1, 9].

Чимало дослідників вважають, що продуктивність птиці залежить від годівлі та використання кормових добавок природного походження, які не накопичуються в організмі птиці [5, 6, 7].

Пробіотики – корисні бактерії, такі, як Lactobacilli і Bifidobacteria, за одночасного застосування підкислювачів можуть витримувати більш кисле середовище. Тому одним з ефективних способів обмеження росту патогенної мікрофлори є створення несприятливого середовища для патогенів, тобто підвищення кислотності корму. Для ефективного заселення кишечника пробіотичними культурами потрібно його підготувати до цього. Мікрофлора відіграє роль захисного бар'єру на шляху проникнення різних інфекційних

агентів до організму господаря. Крім того, завдяки своїм ензимним властивостям, вона бере участь у переробці значної кількості органічних речовин, синтезує білки, поліпептиди, амінокислоти, вітаміни та інші цінні метаболіти [2, 6, 8].

Метою роботи було дослідити вплив кормової добавки на продуктивність перепілок.

Виклад основного матеріалу. Дослід тривав 90 днів. Утримання піддослідної птиці здійснювалось у кліткових батареях. Параметри мікроклімату повністю відповідали прийнятим зоогігієнічним нормам для птиці (табл.1).

Таблиця 1

Схема науково-господарського досліду

Група	Голів	Період досліду	
		Зрівняльний, 7 днів	Основний, 90 днів
1 – контрольна	20	ОР	ОР
2 – дослідна	20	ОР	ОР + кормова добавка «Біосевен» 2 кг/т корму

ОР* - основний раціон.

Матеріалом для досліду було відібрано 40 голів перепілок-несучок, з яких за принципом аналогів створили дві групи (перша – контрольна, друга – дослідна). Кожна група складалася з 20 голів. Враховували вік, живу масу, породу, стать [3].

Зрівняльний період досліду тривав 7 діб, протягом якого молодняк усіх груп отримував комбікорм, який забезпечував їх поживними речовинами.

Цифровий матеріал обробляли біометрично за допомогою ПОЕМ. При цьому використовувались значення критерію вірогідності за Стюdentом-Фішером при трьох рівнях ймовірності: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$ [4].

За результатами досліджень встановлено, що за період досліду валовий збір яєць у перепілок 2-ї дослідної групи був більший на 12,5 % ($P \geq 0,001$) проти контролю (рис. 1, табл. 2).

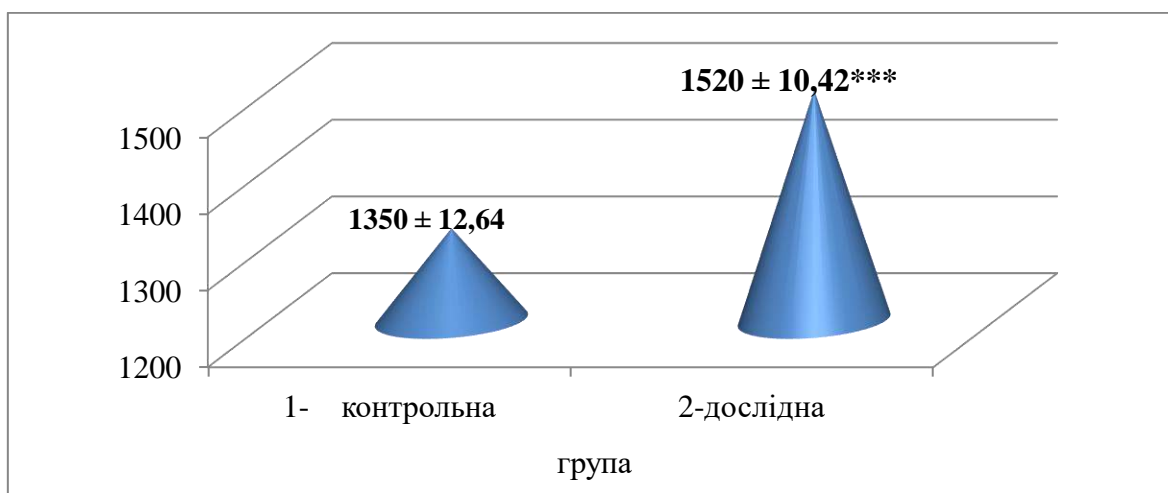


Рис. 1 Валовий збір яєць, шт.

Встановлено, що за додаткового споживання пробіотичної добавки у перепелів 2-ї групи збільшується несучість на одну середню несучку на 8,5 % ($P \geq 0,001$) порівняно з контрольними аналогами.

Таблиця 2

Ячна продуктивність перепілок $M \pm m$, $n=20$

Показник	Група	
	1-контрольна	2-дослідна
Кількість яєць, 10 шт.	135,0 \pm 0,48	152,0 \pm 0,21***
Несучість на одну середню несучку, шт.	67,5 \pm 0,54	76,0 \pm 0,46***
Інтенсивність несучості, %	75,0 \pm 1,63	84,4 \pm 1,71***

Слід відзначити, що інтенсивність несучості у 2-ї групи перепелів збільшилась на 9,4 % ($P \geq 0,001$) відносно контрольної групи.

Під час досліду проводили облік кормів (табл. 3).

Таблиця 3

Облік кормів

Витрати корму:	Група	
	1 – контрольна	2 – дослідна
Валові витрати, кг	46,8	50,4
На голову на добу, г	25	28
На 10 шт. яєць, кг	0,34	0,33

За результатами досліду встановлено, що у перепелів 2-ї групи збільшуються загальні витрати корму на 7,6 %, проти контролю.

Водночас встановили, що витрати корму на 10 шт. яєць у 2-й дослідній групі зменшуються на 2,9 % відносно контрольних аналогів.

До якісних ознак яєць відносять показники форми та розмірів яєць (табл. 4).

Таблиця 4

Форма та розміри яєць, ($M \pm m$, $n=10$)

Показник		Група	
		1-контрольна	2-дослідна
Щільний шар білка	Висота, см	0,4 \pm 0,02	0,5 \pm 0,03*
	Малий діаметр, см	4,4 \pm 0,08	4,8 \pm 0,05**
	Великий діаметр, см	7,9 \pm 0,21	8,2 \pm 0,26
	Індекс білка	0,05 \pm 0,006	0,06 \pm 0,004*
Жовток	Висота, см	1,04 \pm 0,03	1,08 \pm 0,02
	Малий діаметр, см	2,23 \pm 0,04	2,28 \pm 0,06
	Великий діаметр, см	2,65 \pm 0,03	2,70 \pm 0,04
	Індекс жовтка	0,39 \pm 0,008	0,4 \pm 0,007
Товщина шкаралупи, мм		0,21 \pm 0,004	0,22 \pm 0,003*

Додаткове згодовування пробіотика перепелам 2-ї групи сприяє збільшенню висоти щільного шару білка на 25,0% ($P \geq 0,05$) та малого на 9,0% ($P \geq 0,01$), порівняно з контрольною групою. Крім того, це дає змогу збільшити індекс білка на 20,0% ($P \geq 0,05$), проти контрольного значення.

За дії пробіотичної добавки збільшується товщина шкаралупи яєць у птиці 2-ї групи 4,7% ($P \geq 0,05$), проти контролю.

За результатами дослідів встановлено позитивний вплив пробіотичної добавки на забійні показники дослідної птиці (табл.5).

Встановлено, що за дії кормової добавки відзначається збільшення напівпатраної тушки на 14,7% ($P \geq 0,05$) та патраної на 13,6% ($P \geq 0,05$) відносно контрольних показників.

Таблиця 5

Забійні якості перепілок, г ($M \pm m, n = 4$)

Показник	Група	
	1– контрольна	2 – дослідна
Передзабійна жива маса	232,5 ± 11,18	254,2 ± 10,24
Маса непатраної тушки	214,6 ± 10,23	235,4 ± 8,45
Маса напівпатраної тушки	185,2 ± 9,12	212,5 ± 8,22*
Маса патраної тушки	160,5 ± 8,45	182,4 ± 6,56*
Маса окремих їстівних частин грудні м'язи	36,5 ± 3,47	42,8 ± 2,34
стегнові м'язи	22,1 ± 1,58	28,4 ± 1,67*

Виявлено, що за дії пробіотичної добавки у 2-й групі відзначається збільшення маси стегнових м'язів на 28,5% ($P \geq 0,05$), проти контрольного значення.

Водночас визначали масу внутрішніх органів птиці (табл.6)

Таблиця 6

Маса внутрішніх органів перепілок-несучок, г ($M \pm m, n = 4$)

Показник	Група	
	1–контрольна	2–дослідна
Печінка	3,6 ± 0,21	4,1 ± 0,25
Серце	1,7 ± 0,23	1,8 ± 0,18
Легені	1,5 ± 0,16	1,6 ± 0,19
Нирки	1,0 ± 0,05	1,1 ± 0,04
Підшлункова залоза	0,42 ± 0,031	0,44 ± 0,025
Селезінка	0,19 ± 0,022	0,20 ± 0,028

За результатами зважування спостерігається тенденція до збільшення маси печінки, серця та легень, однак вірогідних змін не зафіксовано. Показники крові відображають метаболічні процеси в організмі тварин і птиці. Вони динамічні і змінюються за дії різних чинників швидше, ніж показники продуктивності. Тому їх обов'язково досліджують під час вивчення впливу на організм нових препаратів, кормових добавок тощо (табл.7).

Гематологічні показники перепілок, $M \pm m$, $n=4$

Показник	Група	
	1-контрольна	2-дослідна
Загальний білок, г/л	38,5 ± 5,16	39,2 ± 4,68
Білірубін загальний, мкмоль/л	4,0 ± 1,02	3,9 ± 0,84
Холестерол, ммоль/л	5,1 ± 0,78	4,7 ± 0,92
Тригліцериди, ммоль/л	3,8 ± 0,45	3,4 ± 0,39
Глюкоза, ммоль/л	5,5 ± 0,95	5,8 ± 0,75
Креатинін, мкмоль/л	5,4 ± 1,26	5,2 ± 1,61
Сечовина, ммоль/л	1,3 ± 0,67	1,1 ± 0,84
Кальцій, ммоль/л	2,4 ± 0,28	2,6 ± 0,21
Гемоглобін, г/л	117,5 ± 9,45	119,2 ± 8,04
Еритроцити, Т/л	2,42 ± 0,25	2,64 ± 0,28
Лейкоцити, Г/л	27,8 ± 3,86	27,2 ± 2,56
ШОС, мм/год	1,62 ± 0,53	1,55 ± 0,42

Виявлено, що за додаткового споживання кормової добавки у годівлі перепілок усі показники крові знаходяться в межах фізіологічних норм та суттєво не відрізняються від контрольних показників. Відзначається лише тенденція до підвищення деяких показників у птиці 2-ї групи, зокрема кількість гемоглобіну на 1,4% відносно контрольного значення.

Висновок. Виявлено, що за споживання перепілками пробіотичної кормової добавки у перепілок 2-ї дослідної групи збільшуються валовий збір яєць на 12,5 % ($P \geq 0,001$), несучість на одну середню несучку на 8,5 % ($P \geq 0,001$), інтенсивність несучості на 9,4 % ($P \geq 0,001$), висота щільного шару білка на 25,0% ($P \geq 0,05$) та малого на 9,0% ($P \geq 0,01$), індекс білка на 20,0% ($P \geq 0,05$), товщина шкаралупи яєць у птиці 2-ї групи 4,7% ($P \geq 0,05$), показники напівпатраної тушки на 14,7% ($P \geq 0,05$) та патраної на 13,6% ($P \geq 0,05$), збільшення маси стегнових м'язів на 28,5% ($P \geq 0,05$), кількість гемоглобіну на 1,4%. Витрати корму на 10 шт. яєць у 2-й дослідній групі зменшуються на 2,9 % відносно контрольних аналогів.

Список використаної літератури

1. Бродай В. П. Пробиотик для бройлерів. Сучасне птахівництво. 2003. №5. С. 9-10.
2. Єгоров Б. В., Шаповаленко О. І., Макаринська А. В. Технологія виробництва преміксів: навчальний посібник. Центр учбової літератури, 2007. 288 с.
3. Ібатуллін І. І., Жукорський О. М., Бащенко М. І., та ін. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві. Київ: Аграр. наука. 2017. 327 с.
4. Руденко В. М. Математична статистика. Центр учбової літератури: Київ. 2012. 304 с.

5. Чудак Р. А., Чернолата Л. П., Вознюк О. І., П'ятак О. П. Продуктивність та мінеральний вміст яєць курок-несучок за дії цинку. Зб. наук. пр. ВНАУ. Серія: Сільськогосподарські науки. 2012. Вип. 10(60). С.51-54.

6. Anggraeni, A.S., Suryani, A.E., Sofyan, A., Sakti, A.A., Istiqomah L., Karimy M.F., Darma I.N.G. (2020). Nutrient digestibility of broiler chicken fed diets supplemented with probiotics phytase-producing. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 462:01200. DOI:10.1088/1755-1315/462/1/012003.

7. Chudak R.A., Ushakov V.M., Poberezhets Y.M., Lotka H.I., Polishchuk T.V., Kazmiruk L.V. (2020). Effect of Echinacea pallida supplementation on the amino acid and fatty acid composition of Pharaoh Quail meat. *Ukrainian Journal of Ecology*. Vol. 10 (2). P. 302-307. DOI: 10.15421/2020_101.

8. Mikulski D., Jankowski J., Mikulska M., Demey V., 2020. Effects of dietary probiotic (*Pediococcus acidilactici*) supplementation on productive performance, egg quality, and body composition in laying hens fed diets varying in energy density. *Poultry Science*. Volume 91, Issue 10. P. 2275-2285. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.11.046>

9. Bertin G., Baund M., Mersier M., Tournut J. *Saccharomices cerevisiae* I – 1079, microbial feed additive: Zootechnical effects on piglets. *Symposium on Digestive Physiology in Pigs*. Proc. VII th Int. 1997. 88. P. 446-449.

Анастасія КУЧЕРЯВА³,
студентка 2-го курсу,
факультету технології виробництва,
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КОРМУ ПЕРЕПЕЛІВ ЗА ДІЇ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТУ

Анотація. Встановлено, що уведення ферментного препарату у раціони перепелів м'ясного напрямку продуктивності, сприяє підвищенню живої маси у кінці досліду самиць на 6,45% та самців на 18,85 %.

За дії ферментного препарату «Натузім» у годівлі перепелів зменшуються витрати корму у самиць і самців які споживали натузім на 3,9 та 2,8 %, порівняно з контролем.

Ключові слова: перепели, годівля, комбікорм, ферментний препарат.

Annotation. It was established that the introduction of an enzyme preparation into the rations of quails of the meat productivity sector contributes to an increase in the live weight of females by 6.45% and males by 18.85% at the end of the experiment.

³Науковий керівник: Роман Чудак доктор с.-г. наук, професор кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин ВНАУ.

Under the action of the enzyme preparation "Natuszym" in feeding quails, feed consumption in females and males that consumed natuszym is reduced by 3.9 and 2.8%, compared to the control.

Key words: quails, feed, compound feed, enzyme preparation.

Вступ. З метою реалізації генетичного потенціалу тварин, нуковці і практики постійно ведуть пошук кормових добавок, які підвищують гідроліз поживних речовин, стимулюють обмінні реакції, що сприяє більш ефективному використанню поживних і біологічно активних сполук.

Ферменти на відміну від гормонів, антибіотиків і біостимуляторів мають інший механізм впливу на організм тварин, при цьому вони не накопичуються в організмі й продуктах тваринництва і не входять до складу кінцевих продуктів [3, 4]. У травному каналі тварин і птиці виробляються власні ферменти, які гідролізують поживні речовини кормів. Повновікові тварини можуть перетравлювати до 60-70 % поживних речовин корму, хоча травні залози виробляють достатню кількість пепсину, трипсину, амілази, ліпази та інших травних ферментів.

Відомо, що молодняк тварин народжується із недорозвиненою ферментною системою травлення. У тваринництві основними концентрованими кормами є ячмінь, овес, жито, непродовольча пшениця і продукти їх переробки. Потенціал цих кормів при годівлі тварин із однокамерним шлунком не повною мірою використовується організмом через значний вміст клітковини, у вівсі та ячмені її міститься відповідно 9-12 і 4-7 %, якщо видалити оболонки у зерні то вміст клітковини знижується до 2,5-3,5 % в ячмені та до 4-4,5 % у вівсі, при цьому перетравність речовин цих кормів хоч і підвищується, але не значно [2].

Мета статті полягає в вивченні впливу ферментної добавки «Натузім» на ріст та розвиток, продуктивність та забійні якості м'ясних перепелів породи «Фараон».

Виклад основного матеріалу. Дослідження виконувалися згідно науково-методичних рекомендацій [1], у ході експерименту застосовувалися зоотехнічні, біометричні, фізіологічні, морфологічні та економічні методи досліджень.

Тривалість науково-господарського експерименту становив 42 доби з них зрівняльний період – 7 днів, а основний – 37 діб (табл.1). Дослідних перепелів відбирали 40 голів однодобового віку за принципом груп-аналогів [1]. Параметри мікроклімату та раціони годівлі були однаковими для всіх груп птиці і відповідали нормативним показникам.

Усі перепели споживали повнораціонний комбікорм ТМ «Мультигейн», водночас, 2-дослідна група додатково до корму споживала ферментну добавку «Натузім».

«Натузім» - білий з сірим відтінком сипучий порошок, який забезпечує одночасне розщеплення некрохмалистих полісахаридів (НПС), клітковини, білків, вуглеводів і фітинових сполук фосфору при введенні в раціон будь-якого типу. Це відбувається завдяки унікальній технології виробництва кормової

добавки з одночасним використанням двох штамів бактерій (*Trichoderma Longibrachiatum or ressei*, *Bacillus Subtilis*) і одного штаму грибів (*Aspergillus Niger*), які виробляють шість ферментів, синергічно взаємодіючих між собою. Виробником є Bioproton Pty Ltd, 55 Dulacca Street, Acacia Ridge, Queensland, 4110, Australia.

Таблиця 1

Схема науково-господарського досліджу

Група	Тривалість періоду, днів		Кількість перепелів, гол.	Особливості годівлі
	Зрівняльного	Основного		
1- контроль на	7	37	20	ОР (повнораціонний комбікорм)
2- дослідна	7	37	20	ОР+ «Натузим», 250 г/т корму.

До складу кормової добавки входять ферменти: α -амілаза з активністю 400 од./г, β -глюканаза 700 од./г, фітаза 1000 од./г, целюлаза 6000 од./г, ксиланаза 10000 од./г, протеаза 700 од./г. Допоміжна речовина: крейда.

У результаті дії ферментів знижується в'язкість хімусу, що покращує умови для розвитку корисної мікрофлори кишківника, при цьому знижується вміст вологи в посліді, зменшується вміст аміаку у повітрі всередині тваринницьких приміщень, поліпшуються зоогігієнічні умови утримання тварин та птиці. Натузим сприяє підвищенню продуктивності сільськогосподарських тварин і птиці, зменшенню витрат корму на одиницю продукції, що дозволяє знизити вартість комбікорму за рахунок використання більш дешевих компонентів, а також знизити рівень введення неорганічних джерел фосфору в раціони.()

Облік поголів'я перепелів та їх зважування, контроль споживання корму проводили щотижнево, починаючи з добового віку і до 42 днів вирощування. Впродовж періоду дослідження визначали такі показники: збереженість, динаміка живої маси, середньодобові, абсолютні та відносні прирости живої маси, витрати корму на 1 кг приросту за загально- прийнятими методиками [1].

Забійні якості та морфологічний склад тушок перепелів визначали шляхом анатомічного розтину за загально прийнятою методикою із визначенням таких показників: передзабійна маса, маса напівпатраної, патраної тушки, забійний вихід, маса їстівних і не їстівних частин тушки.

Анатомічний розділ тушок і розрахунок основних продуктів забою проводили за загальноприйнятою методикою [5].

Живу масу, масу продуктів забою встановлювали зважуванням на електронних вагах.

Біометричну обробку результатів досліджень проводили за допомогою відповідних методик [4] та програмного забезпечення MS EXCEL, 2010 за трьох рівнів вірогідності: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

З метою визначення ефективності згодовування кормової добавки «Натузим» 250 г на 1 т корму для перепелів м'ясної породи «Фараон» досліджували живу масу та прирости птиці у динаміці за період вирощування (табл. 2).

Таблиця 2

Жива маса перепелів, г ($M \pm m$, $n = 20$)

Вік перепелів, дів		Група	
		1-контрольна	2-дослідна
1		8,2 ± 0,09	8,1 ± 0,07
7		22,8 ± 0,64	24,6 ± 0,86
14		68,6 ± 1,26	72,4 ± 1,48
21		117,0 ± 1,72	126,8 ± 2,23**
28		164,2 ± 2,11	178,5 ± 1,05***
35	самиці (n=10)	223,0 ± 1,53	235,4 ± 2,47***
	самці (n=10)	185,7 ± 2,09	209,2 ± 2,83***
42	самиці (n=10)	278,0 ± 3,27	296,1 ± 2,55***
	самці (n=10)	210,5 ± 2,18	250,4 ± 2,31***
Збереженість%	самиці (n=10)	97	99
	самці (n=10)	97	99

У 21 та 28 добовому віці перепелів 2-ї групи за використання кормової добавки «Натузим» відзначається збільшення живої маси на 8,4 % ($P \leq 0,01$) та 8,7 % ($P \leq 0,001$), порівняно з контрольною групою.

Крім того, за дії добавки у 35 дів жива маса птиці 2-ї групи підвищується у самиць на 5,5 % ($P \leq 0,001$) та самців на 12,6 % ($P \leq 0,001$) відносно контролю.

Таблиця 3

Середньодобовий приріст живої маси перепелів, г ($M \pm m$, $n = 20$)

Вік перепелів, дів		Група	
		1-контрольна	2 -дослідна
1-7		2,0 ± 0,06	2,3 ± 0,09**
8-14		6,5 ± 0,25	6,8 ± 0,27
15-21		6,9 ± 0,32	7,7 ± 0,38
22-28		6,7 ± 0,46	7,4 ± 0,49
29-35	самиці(n=10)	8,4 ± 0,53	8,1 ± 0,46
	самці (n=10)	3,0 ± 0,31	4,3 ± 0,38**
36-42	самиці (n=10)	7,9 ± 0,52	8,7 ± 0,47
	самці (n=10)	3,5 ± 0,34	5,8 ± 0,35***
У середньому за період досліду	самиці (n=10)	6,4 ± 0,72	6,9 ± 0,84
	самці (n=10)	4,8 ± 0,78	5,7 ± 0,96

У кінці досліду самиці 2-ї групи переважали за живою масою на 6,5 % ($P \leq 0,001$) та самців на 18,9 % ($P \leq 0,001$), порівняно з контрольними аналогами.

Водночас згодовування досліджуваного ферменту спостерігається збільшення збереженості поголів'я на 3,0%, порівняно з контрольною групою.

Встановлено, що додаткове згодовування кормової добавки у самців 2-ї групи підвищує абсолютний приріст у 29-35 добовому віці на 42,7 % ($P \leq 0,001$), відносно контрольних ровесників

За період досліду в середньому самиці та самці перепелів мали більший абсолютний приріст на 6,6 та 19,8 % ($P \leq 0,001$), порівняно з контрольними аналогами.

За результатами досліджень виявлено, що дослідна птиця, яка споживала ферментний препарат мала більші середньодобові прирости відносно контролю (табл. 3). Так, починаючи з першого тижня вирощування перепели 2-ї групи переважили контрольних ровесників на 15,0 % ($P \leq 0,001$).

Встановлено, що в 29-35 добовий період самці 2-ї групи перепелів мають більший середньодобовий приріст на 43,3 % ($P \leq 0,01$) та у 36-42 діб на 65,7% ($P \leq 0,001$), порівняно з контрольними перепелами.

Згодовування ферментної добавки позитивно впливає на витрати корму (табл. 4).

Встановлено, що за дії ферментного препарату «Натузим» у годівлі перепелів сприяє зменшенню витрат кормів у самиць і самців 2-ї групи відповідно на 3,9 та 2,8 %, порівняно з контролем.

Таблиця 4

Витрати кормів та оплата корму приростом у перепелів, кг

Група		Витрата комбікормів, кг				На 1 кг приросту	
		за період досліду		на одну голову			
		Всього	± до контролю	Всього	± до контролю	Всього, кг	± до контролю
1-контрольна	самиці (n=10)	10,9	-	1,09	-	4,03	-
	самці (n=10)	10,5	-	1,05	-	5,19	-
2-дослідна	самиці (n=10)	11,3	+0,4	1,13	+0,04	3,92	-0,21
	самці (n=10)	10,8	+0,3	1,08	+0,03	4,46	-0,73

Висновок. Використання ферментного препарату Натузим, для годівлі перепелів м'ясної породи Фараон, з розрахунку 250 г на тонну комбікорму, підвищує живу масу самиць на 6,5 %, а самців на 8,7% за період досліду. При цьому витрати комбікорму знижуються на 2,8 та 3,9 %

Список використаної літератури

1. Ібатуллін І. І., Жукорський О. М., Башенко М. І., та ін. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві. Київ: Аграр. наука, 2017. 327 с.

2. Карунський О.Й. Практичне використання ферментного препарату “клерізім гранульований” в годівлі ремонтного молодняка курей-несучок / Карунський О.Й., Севастьянов О.В // Аграрна наука Годівля тварин та та харчові технології технологія кормів Випуск 3(97) 2017. С. 59 -67.

3. Лемешєва М.М. Ефективність використання комплексних кормових добавок у птахівництві/ М.М. Лемешєва, Е.Е. Айсобарі, В.В. Юрченко // Вісник аграрної науки. - 2012. – N 3. – С. 42-44.

4. Бородай В.П. Стан та напрями наукових досліджень у годівлі птиці / В.П. Бородай, А.А. Задорожній, Г.П. Задорожня // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 2013. – Вип. 63. – С. 109-112.

5. Вугляр В.С. Показники якості свинини при згодовуванні БВМД «Ефіпрот». Вісник Полтавської державної аграрної. №2. 2020. С. 101-111.

6. Сироватко К.М., Вугляр В.С. Забійні показники свиней при згодовуванні БВМД «Ефіпрот» з ефірними оліями. Slovak international scientific journal. 2019. №29. Р. 28-30.

7. Федорченко М. М., Цехмістренко С. І. Показники пероксидного окиснення ліпідів за впливу вітамінно-мінеральної добавки на організм кролів. Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених, аспірантів і докторантів (м. Біла Церква, 14–15 трав. 2015 р.). Біла Церква, 2015. С. 15.

8. Агеєв В. Н. Годування птиці: Справ. / В. Н. Агеєв, І. А. Єгоров, Т. М. Околєлова, П. Н. Паньков. - М.: Агропромиздат, 1987. - 192 с.

Діана ТЕРЕЩУК⁴,
студентка 2-го курсу,
факультет технологія виробництва,
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТА ВІДТВОРЕННЯ ЩУКИ В УКРАЇНІ

***Анотація.** У статті розглянуто біологічні особливості щуки – перспективного об’єкта аквакультури у внутрішніх водоймах України. Вивчено оптимальні параметри технології вирощування і організації нересту щуки в ставках при напівінтенсивній системі.*

***Ключові слова:** щука, нерест, розведення, ставок, вид, риби.*

***Annotation.** The article examines the biological features of the pike - a promising object of aquaculture in the inland water bodies of Ukraine. The optimal*

⁴Науковий керівник: Віта Главатчук кандидат с.-г. наук, старший викладач кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин ВНАУ

parameters of the technology of cultivation and organization of pike spawning in ponds with a semi-intensive system were studied.

Key words: *pike, spawning, breeding, pond, species, fish.*

Вступ. Щука є однією з найпопулярніших риб для рибалки в Україні та інших країнах. Вона відома не тільки своєю смаковою якістю, але і як меліоратор, який може стати корисним для контролю чисельності інших видів риби. Ось чому вирощування щуки в ставках стає все популярнішим. Однак, щоб вирощування було успішним, необхідно знати основні особливості цього процесу.

Дуже важливим є ставок з мілководними ділянками та зонами з густими водоростями або іншою рослинністю, що надасть притулок молодим риbam. У цій статті розглядаються основні аспекти організації цього процесу в умовах України, звертають увагу на сучасні технології, проблеми та шляхи їх вирішення, а також можливості підвищення врожайності та якості продукції.

Мета статті полягає в дослідженні особливостей організації вирощування та відтворенні щуки в Україні.

Виклад основного матеріалу. Щука (*Esox lucius*) є прісноводною рибою, відомою своєю хижацькою природою. Вона має подовжене, стріловидне тіло, що оптимізоване для швидкого плавання та раптових нападів на добич [7]. Зазвичай її забарвлення варіює від темно-зеленого до сірого на спині до світлішого жовту або сріблястого на боках і животі. Тіло може мати різноманітні темні плями. У щуки велика голова із широким ротом, що схожий на дзьоб. В роті вона має ряди гострих зубів, які спрямовані назад, що дозволяє їй легко захоплювати добич, але утримувати й з'їдати її стає складнішим.

На спині два окремі спинних плавника, і другий з них розташований близько до хвостового плавника. Її анальний плавник також розташований близько до хвоста.

Даний вид риби має яскраві жовті або зеленуваті очі, які надають їй додаткової агресивності в її вигляді.

Щука може досягати довжини в 1,5 метра і більше, хоча більшість особин в природі мають довжину від 40 до 100 см [4]. Завдяки своєму вигляду, є ефективним хижаком у своєму природному середовищі і відома своєю здатністю нападати на добич, значно перевищуючи її за розміром (рис.1).



Рис. 1. Зовнішній вигляд щуки

Щука є хижаком, який віддає перевагу теплим, мілководним ставкам або ділянкам річок з повільним течією. У її раціоні знаходяться різні види риби, водорості, ракоподібні та інші водяні тварини. Може досягти довжини більше 1 метра та важити до 20 кг.

Сезонність в житті щуки відіграє важливу роль, визначаючи її поведінку, активність, а також вибір місць проживання у різні пори року.

Рання весна є періодом нересту для щуки. Коли температура води досягає 6-12°C, щука здійснює міграцію до мілководних ділянок з густими водоростями або іншою рослинністю для відкладення ікри. Після нересту риба стає дуже активною, оскільки їй потрібно відновити енергетичні резерви.

Влітку, особливо в спекотні дні, щука віддає перевагу глибшим і прохолоднішим ділянкам водойми, де є достатньо кисню. Це час інтенсивного живлення. Активно полює на риб, амфібій і навіть водних птахів. Висока температура води може знизити активність щуки, особливо в середині дня [2, с. 68].

Осінні місяці є періодом активного живлення щуки, оскільки вона готується до зимового періоду, накопичуючи жир. Вона може мігрувати між різними частинами водойми в пошуках здобичі.

Під час холодних місяців щука зазвичай знаходиться у глибших ділянках водойми, де вода є трохи теплішою. Зимова активність значно знижена. Вона полює рідше і стає менш рухливою. Хоча щука менш активна зимою, вона все ще може полювати на здобич, особливо в тепліші дні.

Щука має значення як додаткова риба у корошовому господарстві не лише завдяки своїй продуктивності, але і через спроможність контролювати надмір малоцінних і смітних риб, що підвищує доступність кормів для коропа. Ставки з вирощуванням щуки показують вищу рибопродуктивність і більшу масу коропа на 10-13% порівняно зі ставками без неї. Таким чином, щука виступає як біологічний регулятор складу іхтіофауни ставка. Роль даного виду в цьому регулюванні залежить від її харчування, яке змінюється залежно від наявності об'єктів для споживання. Різні групи ставків можуть мати різний характер та інтенсивність живлення щуки.

Крім того, м'ясо є цінним харчовим продуктом і може бути використане для приготування різноманітних страв. У Франції, наприклад, велика частина ставкових площ використовується для монокультури щуки.

Характеристика складу м'яса щуки і інших видів риб для порівняння наведена в (табл. 1).

Таблиця 1

Склад м'яса деяких видів риб

Види риб	Вода	Жир	Білок	Зола
Щука	78,5	0,7	19,4	1,4
Судак	75,6	3,0	17,7	3,4
Окунь	79,9	0,5	18,3	1,3
Короп	74,0	8,6	16,5	1,0
Лящ	73,1	4,6	21,3	1,0
Форель	75,35	2,49	20,83	1,33
Осетер	-	8,0	17,0	1,7
Лосось	75,4	2,06	18,4	1,94

У таблиці 2 наведено співвідношення їстівної частини м'яса деяких видів риб, включаючи щуку, до загальної маси тіла риби.

Таблиця 2

Співвідношення їстівної частини м'яса різних риб, %.

Види риб	Вода	Жир
Щука	52,5	47,5
Короп	45,0	55,0
Окунь	38,0	62,0
Осетер	85,6	14,6

Склад м'яса щуки і його цінність залежать від сезону, віку, умов утримання та статі цієї риби. Наприклад, у весняних самок, які отримували додаткове годування взимку, вміст жиру значно вищий, в 6 разів, ніж осінніх самок, і становить 4-4,4%. У тих самок, які не отримували додаткової годівлі взимку, вміст жиру лише 2,2%. З іншого боку, весною вміст білка у щук в менший бік на 1,4-0,8% порівняно з осіннім періодом. Білок головним чином використовується для фізіологічних процесів, які активніше протікають взимку (табл. 3).

При впровадженні щуки як додаткового виду риби в рибницьких господарствах були досягнуті позитивні результати в організації та проведенні її нересту. Україна вперше спробувала організувати нерест щуки у 1930-х роках.

Спочатку для нересту використовували металеві сітки для відгородження ділянок ставків площею 0,3-0,4 га і випускали гнізда для плідників. Кожне гніздо містило одного самця і чотири самки. Після нересту плідників виловлювали, переносили їх у інші ставки і продовжували той же процес.

Нерест щуки є важливим етапом у життєвому циклі цієї риби. Вона починає нереститися у ранній весні, коли температура води досягає 6-12°C. У середніх і північних широтах це зазвичай відбувається з квітня до травня [6, с.374].

Щука обирає для нересту мілководні ділянки з густими водоростями, очеретом або іншою водяною рослинністю. Ці місця надають ікрі захист від хижаків і гарантують підтримку оптимальних умов для розвитку.

Самиця відкладає дрібну ікру на водорості або іншу рослинність. Самець одразу запліднює ікру своїми молюками. Щука може відкласти до 200 тис. ікринок на кожний кілограм своєї ваги, в залежності від її розміру та стану здоров'я. Ікра залишається прикріпленою до рослинності і розвивається впродовж кількох тижнів. За оптимальних умов, ікра виводиться приблизно через 10-14 днів після запліднення. Важливо забезпечити стабільну температуру води і відсутність хижаків для збереження ікри.

Після виведення з ікри, молодь щуки завдовжки приблизно 4-6 мм. Вони залишаються в прихованих місцях серед водоростей, живлячись зоопланктоном. З ростом молодь починає полювати на дрібних безхребетних і риб.

Нерест щуки є ключовим моментом у її життєвому циклі, який вимагає відповідних умов для успішного проходження. Розуміння цього процесу і

надання підтримки під час нересту може сприяти збереженню і популяції цього виду в природних водоймах.

Таблиця 3

Нормативи при розведенні та вирощуванні щуки в ставках

№ з/п	Показники	Одиниця виміру	Нормативи
1	2	3	4
1.	Співвідношення плідників у нерестовому гнізді	шт.	1:2; 1:3
2.	Вік плідників	років	3-6
3.	Середня маса плідників	кг	2-5
4.	Робоча плодючість самок	тис.шт.	20-40
5.	Вихід мальків від ікри у віці 13-14 днів	%	60
6.	Вихід мальків з одного гнізда: а) при гніздовому нересті б) при груповому нересті	тис.шт. тис.шт.	12-15 8-10
7.	Площа нерестового ставка на одне гніздо	га	0,02-0,03
8.	Площа нерестового ставка при груповому нересті на три гнізда	га	0,1
9.	Норма введення гіпофізарної речовини на одного самця (з розрахунку на 1 кг живої маси)	мг	1,5-2,0
10.	Норма завантаження апарата Вейса ікрою	тис.шт.	120
11.	Вихід личинок від закладеної ікри	%	70
12.	Допустима щільність посадки личинок в лоткові садки (розмір 2*1,2*0,20 м)	тис.шт.	150
13.	Відхід личинок за час підрощування до переходу на активне живлення	%	до 5%
14.	Резерв плідників	%	40
15.	Середня індивідуальна маса товарних цьоголітків	г	200-300
16.	Щільність посадки мальків на 300 л води при перевезенні тривалістю до 3 годин	тис.шт.	10-12
17.	Норма посадки мальків у нагульні ставки: а) при посадці лина і карася б) без посадки додаткових риб	шт/га шт/га	250-400 100-200
18.	Підвищення продуктивності ставків за рахунок вирощування щуки: а) руслових б) одамбованих	кг/га кг/га	30-40 20-35
19.	Кормовий коефіцієнт: а) в літній період для цьоголітків і старших вікових груп б) в зимовий період для плідників	одиниць одиниць	3-4 6-6,5
20.	Втрата маси щукою взимку (без підгодівлі)	%	10-12
21.	Приріст маси щуки взимку (при годівлі рибою)	%	10-15

Для забезпечення успішного нересту [3, с.15]:

- необхідно забезпечити оптимальну температуру. Весною слідкуйте за температурою води, адже вона впливає на активність щуки під час нересту;

- захистити місця нересту. Намагайтеся не турбувати щуку під час нересту та забезпечте наявність достатньої кількості водоростей (табл. 4).

Ефективність нересту щуки

Характер нересту	Нерестило плідників			Отримано мальків, шт.	
	Всього	З них		Всього	Від одного гнізда
		самців	самок		
Гніздовий	37	28	9	186 000	20 666
Груповий	68	45	21	85 030	4050
Масовий	202	159	43	50 000	1160

Висновок. Вирощування щуки в ставках може бути вигідним та ефективним, якщо правильно підійти до цього процесу. Забезпечення оптимальних умов, розуміння біологічних особливостей та уважне ставлення до процесу нересту дозволять отримати здорову популяцію щуки, яка може стати цінним активом для будь-якого ставка.

Список використаної літератури

1. Балан, А.М. Біотехніка розведення сома у ставках України/О.М. Балан // Питання рибного госп-ва. – 1970. – С. 270-274.
2. Збірник технологій виробництва різних видів риб з використанням інструментів впливу на попит та пропозицію риби, інших водних живих ресурсів для забезпечення конкурентних переваг рибного господарства. Довідник. – К.: НУБіП України. – 2021. – 172 с.
3. Лисенко В.І., Чернишов М.О. Рибництво та рибне господарство. – Одеса: Астропринт, 2016. – 36с.
4. Рибне господарство: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід [Електронний ресурс] : наук.-допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. Т. П. Фесун]; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2021. – 221 с.
5. Тамаш, Г. Вирощування посадкового матеріалу в рибоводних господарствах Угорщини / Г. Тамаш, Л. Хорват, І. Тельг // М: Агропромиздат. – 1985. – № 8. – С. 128-130.
6. Шереметьєв М.М. Основи рибництва і рибного господарства. – Київ: Український рибницький журнал, 2018. – 499 с.
7. Elvira, B. Freshwater fish introductions in Spain: facts and figures at the beginning of the 21st century / B. Elvira, A. Almodo'var // Journal of Fish Biology. - 2001. - Vol. 59. – P. 323-331.

Андрій ТІМОШИН⁵,
студент 4-го року навчання,
факультету екології, лісівництва та
садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЕКОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ УТРИМАННЯ ВРХ

***Анотація.** Відходи тваринництва є основним джерелом отруйних газів, шкідливих патогенних мікроорганізмів та неприємного запаху; отже, вони становлять загрозу для здоров'я населення та довкілля. Таким чином, відходи тваринництва повинні належним чином утилізуватися, щоб зменшити виробництво цих забруднювачів і захистити навколишнє середовище. Правильна утилізація тваринницьких відходів для виробництва біогазу, компосту та біогумусу може бути дуже корисною для підвищення врожайності та сталого розвитку сільськогосподарських культур.*

***Ключові слова:** відходи, компост, вермикомпост, біогаз, збагачення, розлив, переробка.*

***Annotation.** Livestock waste is a major source of toxic gases, harmful pathogens, and odors; therefore, it poses a threat to public health and the environment. Thus, livestock waste must be properly disposed of to reduce the production of these pollutants and protect the environment. Proper utilization of animal waste for the production of biogas, compost and bio-humus can be very beneficial for increasing crop yields and sustainable development of agricultural crops.*

***Key words:** waste, compost, vermicompost, biogas, enrichment, bottling, processing.*

***Вступ.** В умовах сучасного світу, екологічні аспекти стають дедалі більш важливими, особливо у контексті аграрного сектору. Переробка побічних відходів утримання великої рогатої худоби (ВРХ) є ключовим завданням, яке стоїть перед сільськогосподарськими підприємствами. Цей процес не лише сприяє екологічній чистоті у виробництві, але і відкриває широкі перспективи для ефективного використання ресурсів.*

***Мета роботи** дослідити екологічні аспекти переробки побічних відходів утримання великої рогатої худоби (ВРХ). Вона спрямована на вивчення можливостей та переваг переробки цих відходів з точки зору екологічної чистоти, використання ресурсів та зменшення негативного впливу на довкілля.*

***Виклад основного матеріалу.** Протягом останнього десятиліття практика ведення тваринництва змінилася зі змішаної системи ведення сільського господарства на спеціалізоване молочне тваринництво з нульовим випасом під*

⁵Науковий керівник: Михайло Замрій асистент кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві ВНАУ.

контролем. Така система утримання тварин називається операціями з безприв'язного утримання тварин (CAFO), які є спеціалізованим та інтенсивним тваринництвом. Такі тенденції утримання великої рогатої худоби (ВРХ), адаптовані до підвищення прибутковості, призвели до забруднення повітря, води та ґрунту [1]. Відходи тваринництва є основним джерелом парникових газів, забруднення, патогенних мікроорганізмів та неприємного запаху. 40 % світового обсягу метану виробляється сільським господарством та побічними продуктами тваринництва, а 18 % - внаслідок утилізації відходів у всьому світі [2]. Це багате джерело енергії та елементів добрив, які можуть бути відновлені для покращення сільського господарства.

Традиційно гнойові коржі використовуються для приготування їжі в сільській місцевості, особливо в країнах, що розвиваються. Зростаюче використання нафтопродуктів змусило нас використовувати здатність відходів тваринництва для отримання різних можливих енергетичних продуктів, серед яких біогаз є найбільш популярним продуктом у більшості країн світу. Його виробництво зазвичай коливається від 0,8 до 1,6 м³ на одну дорослу особину на добу. З 1 тони гною з вмістом 20% твердої речовини можна отримати 20-25 кубометрів біогазу із загальною енергетичною цінністю 100-125 кВт/год, який можна використовувати для виробництва 35-40 кВт/год електроенергії та 55-75 кВт/год теплової енергії [3]. Високоякісні органічні добрива з відходів тваринництва дають можливість сільськогосподарському сектору зменшити залежність від хімічних добрив, що покращує родючість ґрунту та його стійкість. Використання відходів тваринництва як сировини для виробництва органічних добрив Процеси біоенергетичного перетворення можуть дозволити фермерам скористатися новими ринками збуту відходів.

Належне використання коров'ячого гною та коров'ячої сечі для виробництва гною, пестицидів, ліків та інших продуктів повсякденного вжитку може створити мільйони робочих місць у сільській місцевості, а також захистити ґрунт від хімікатів і добрив та підвищити його родючість [4]. Поводження з біовідходами швидко розвивалося протягом останнього десятиліття майже в усіх європейських країнах. У майбутньому близько 40% усіх відходів у Європі можна буде переробляти шляхом компостування або анаеробного зброджування [5].

Отже, існує потреба в нових системах управління відходами, які зроблять тваринництво економічно доцільним та екологічно чистим, що забезпечить вищі прибутки для власників тварин, переробку та стале використання поживних речовин з пом'якшенням впливу на навколишнє середовище.

Технологія виробництва біогазу

Бійні створюють величезну кількість відходів у формі твердих і рідких відходів, які, якщо з ними не правильно поводитися, спричиняють серйозну деградацію навколишнього середовища. Повідомлялося, що використання відходів бійні як вторинного палива шляхом термічної переробки на електростанціях є досяжним. Незважаючи на це, гній великої рогатої худоби, пташиний послід і відходи свиней також важливі для виробництва біогазу та

електроенергії, тоді як тверді відходи, що утворюються на бійнях і при переробці м'яса, використовуються як паливо в циклонній камері згоряння.

Виробництво газу шляхом анаеробного зброджування біомаси - відома технологія. Мільярди біогазових установок вже встановлені по всьому світу. Біогаз є чистим, ефективним і поновлюваним джерелом енергії, яке можна використовувати як замітник інших невідновлюваних видів палива з метою економії енергії в сільській місцевості, особливо в країнах, що розвиваються, в Азії та Африці. У європейських країнах виробництво біогазу становило 62 млрд кВт-год у 2006 році, і серед них Німеччина була найбільшим виробником біогазу з 4 300 установками, що генерували 1 600 МВт електроенергії. Індія та Китай є двома провідними азійськими країнами, що використовують біогазові технології. У більшості країн, що розвиваються в Азії та Африці, вироблений біогаз в основному використовується для потреб домогосподарств. Розподіл біогазу по трубопроводах до кінцевих споживачів є дуже дорогим.. Чистий біогаз, що зберігається в балонах, є ринковим продуктом, а отже, може бути легко використаний у будь-який час і в будь-якому місці, як і балони зі скрапленим газом. Технологія стисненого природного газу (СПГ) стала легкодоступною, і тому біо-метан (або збагачений біогаз), який подібний до СПГ, можна використовувати для всіх застосувань, для яких використовується СПГ.

Початкові проекти з розливу біогазу в селах о Індійські штати Махараштра та Пенджаб успішно виробляли чистий біогаз з 98% вмістом метану, який стискали до тиску 150 бар для заповнення балонів. Результати початкових досліджень зазначених заводів з розливу біогазу в Індії та Пакистані наведені в Таблиці 1, які є досить обнадійливими і підтверджують, що біогаз може бути очищений до 98% вмісту метану і може зберігатися в балонах ЗПГ. Крім того, накопичений біогаз використовувався для роботи авторикш на бензині [6] та дизельних двигунів. Очищений газ використовувався для приготування їжі в середині дня для більш ніж 18 000 школярів в Індії. Додатковий дохід у розмірі близько 111 доларів США на день був отриманий на заводі потужністю 600 м³ у Пенджабі, Індія, від продажу гною фермерам з прилеглих районів як органічного добрива. Передбачалося, що цей проект здатен окупити повну вартість проекту протягом 4-5 років. Таким чином, результати перших досліджень розливу біогазу в Індії та Пакистані були визнані перспективними, особливо для країн, що розвиваються, і мають велике майбутнє, особливо для використання в транспортних засобах, особливо в країнах, що розвиваються, які залежать від імпорту нафтопродуктів.

Однак початкові величезні капіталовкладення потребують державної підтримки у вигляді кредитів та субсидій. Це замітник сирові нафти, тому більшість країн вже мають політику інвестування в такі проекти. Залежність від сирові нафти в країнах, що розвиваються, можна певною мірою замінити використанням біогазу в пляшках. Індія імпортувала 159,26 та 163,59 млн. тон сирові нафти протягом 2009-10 та 2010-11 років, відповідно, демонструючи щорічне зростання на 2,72%.

Таблиця 1

Потенціал новітніх технологій очищення та розливу біогазу

Країна	Ємність установки (м ³)	Вироблений чистий біогаз (кг/день)	Кількість заповнених газових балонів	Використання газу	Економія
Пакистан	60	21,6	4 балони по 3,5 кг	Для запуску двигунів	Дизельне паливо від \$147/день
Індія	600	231	27 балонів по 8 кг	Кулінарія	Заміна скрапленого газу від \$240/день

Економіка інших країн також зазнала значного впливу від імпорту сирової нафти. Тому багато країн підтримують ці типи установок за допомогою кредитів і субсидій. Біогаз можна використовувати для виробництва електроенергії за допомогою електрогенераторних установок, що працюють на біогазі. Приблизно 0,75-0,8 м³ біогазу може виробити 1 одиницю (1 кВт) електроенергії, а генераторна установка потужністю 10 кВт, якщо працює 8 годин, може виробити 80-90 одиниць. Програма виробництва електроенергії на основі біогазу є основною політикою Індії з розвитку біогазової енергетики, в рамках якої було реалізовано 73 проекти загальною потужністю 461 кВт (Міністерство нової та відновлюваної енергетики). Зусилля уряду Індії почали приносити плоди, оскільки близько 17538 МВт електроенергії було вироблено з біомаси, що становить 20% від усіх джерел відновлюваної енергії. Німеччина має план виробництва електроенергії з біогазу на 7320 МВт з потужністю 2 997 МВт, що становить 13% від усіх відновлюваних джерел енергії [7]. Інші країни Азії, такі як Індонезія, мають потенціал для виробництва 684,83 МВт електроенергії з біогазу.

Китай почав впроваджувати електростанції, що працюють на біогазі, але до 2012 року лише 3 % установок використовувалися для виробництва електроенергії. Вони випробували біогазові електростанції на основі курячого посліду та гною великої рогатої худоби потужністю 18 000-60 000 кВт-год електроенергії на добу. Багато країн вже почали виробляти електроенергію з біогазу; однак, оглянута з цього приводу література свідчить про те, що в цьому сегменті ще багато чого належить зробити в найближчі дні.

Компостування

Відомо, що для підвищення врожайності сільськогосподарських культур необхідно вносити добрива в ґрунт. Зокрема, хімічні добрива (NPK) значно збільшили виробництво сільськогосподарських культур. Але тривале використання NPK є шкідливим для сталого розвитку рослинництва. Тривале використання хімічних та органічних добрив суттєво впливає на якість та продуктивність ґрунту, головним чином, шляхом покращення доступності важливих елементів для рослин та ґрунтових мікробів. Обидва ці фактори

можуть підтримувати або збільшувати виробництво сільськогосподарських культур, а їх використання спричиняє зміни в хімічних, фізичних та біологічних властивостях ґрунту. У цьому відношенні дуже інформативним є один довготривалий експеримент, проведений у Китаї [8]. Вони застосовували можливі комбінації NPK і компостованого свинячого гною (СРМ) у ґрунті, що використовувався для вирощування кукурудзи, безперервно протягом 21 року. Вони проаналізували зразки ґрунту на предмет важливих параметрів властивостей ґрунту на початку експерименту та через 21 рік. Результати представлені в таблиці 2.

Таблиця 2

Вплив тривалого застосування компосту та хімічних добрив на властивості ґрунту

Властивості ґрунту	Початкові данні	Після 21 року			
		Без добрив	Тільки NPK	Тільки СРМ	NPK + СРМ
pH (ґрунт: вода, 1:2,5)	6,20	6,15 ^b	5,91 ^c	6,21 ^a	6,21 ^a
Загальний азот (г, кг ⁻¹)	3,0	2,19 ^c	2,7 ^{ab}	2,5 ^b	3,1 ^a
Загальний Р (г, кг ⁻¹)	0,7	0,65 ^b	0,9 ^a	0,7 ^b	1,0 ^a
Загальний К (г, кг ⁻¹)	21,9	21,8 ^c	22,4 ^b	21,9 ^c	23,5 ^a
Доступний азот (мг, кг ⁻¹)	213	163 ^d	241 ^a	178 ^c	26,1 ^b
Доступний Р (мг, кг ⁻¹)	17,9	19,2 ^c	29,1 ^b	18,7 ^c	32,7 ^a
Доступний К (мг, кг ⁻¹)	191	183	192	184	199

З таблиці 2 видно, що через 21 рік ґрунт, який отримував лише хімічні добрива, мав значно нижчий рівень рН порівняно з групою без добрив (СК). Застосування лише КПМ та NPK + КПМ значно підвищило рН ґрунту. Ці результати свідчать про те, що застосування КФМ відіграє важливу роль у підтриманні рН ґрунту. Застосування КАС могло зменшити негативний вплив внесення N на рН, а внесення NPK + КАС підтримувало рН ґрунту на початковому рівні. Таким чином, застосування КПМ відіграє вирішальну роль у підтримці рН ґрунту і є важливою практикою для уникнення підкислення сільськогосподарських угідь Молісолу.

Компостування - це природний аеробний процес, який стабілізує різноманітні органічні речовини та гній худоби. Добре компостований гній має запах гумусу. Завдяки теплу, що виділяється під час компостування, добре контрольоване компостування призводить до знищення патогенних мікроорганізмів та насіння бур'янів. Мертві тварини також можуть бути ефективно перероблені шляхом компостування, однак пір'я, зуби та фрагменти кісток можуть чинити опір компостуванню, і їх можна видалити за допомогою механічного просіювання, якщо це необхідно. Птахівнича галузь у США

знайшла вирішення проблеми утилізації мертвих птахів шляхом компостування їх за спеціальною процедурою. Успіх птахівничої галузі в цій сфері стимулював зростаючий інтерес до компостування відходів свиначства в США. Компостування свинячих туш може здійснюватися в бункерах, побудованих з обробленої деревини, бетону або тюків сіна, над бетонною підлогою. Шар тушок розміщують на 1 футі тирси, а потім засипають з усіх боків 1 футом тирси. Додайте інші шари, поки контейнер не заповниться. Туші можна компостувати цілими або розчленованими у випадку великих свиноматок. Через 3 місяці компост можна перевернути вручну або механічно, а потім залишити ще на 3 місяці для завершення процесу. Якщо використовується компостування в статичній купі, компост не перевертають протягом усього періоду. Труп тварин можна закопувати в компостну купу протягом 24 годин після смерті і засипати товстим шаром твердого гною або ґрунту. Компостування здійснюється таким чином, щоб контролювати неприємні запахи, мух, гризунів та інших паразитів [9].

Не можна компостувати мертвих тварин з неврологічними захворюваннями, сибірською виразкою або іншими хворобами і станами, які утримувалися. Компостування на купі є найбільш поширеним в Індії. Іншим методом компостування, що використовується в Індії, є метод NADEP, який виробляє більше поживних речовин, ніж звичайне компостування. Відходи тваринництва в Японії в основному піддаються компостуванню. Близько 50 і 25 % твердих відходів від свиначства і великої рогатої худоби, відповідно, піддаються компостуванню. Компостування рідких відходів також практикувалося в Японії для 2,1 і 6,9 % відходів великої рогатої худоби і свиней, відповідно. Компостування – системи, що використовуються в Японії, в основному бувають п'яти типів, а саме: ворсові, боксові, ротаційні, закриті вертикальні та відкриті подовжені з поворотним пристроєм. Для великих жуйних тварин в основному використовуються буртовий тип і відкритий подовжений тип. Відкритий подовжений тип і закритий вертикальний тип є популярним типом компосту для відходів свиначства та птахівництва. У розвинених країнах свинячий гній збирається з великою кількістю води, тому його важко переробляти шляхом компостування. Відокремлення твердої фракції гною покращить його компостувальні характеристики. Відокремлені тверді речовини свинячого гною, що містять до 79% вологи, були успішно компостовані. Було запропоновано використовувати низьковологісні наповнювачі, такі як солома, тирса, торф, арахісова шкаралупа, рисова лушпиння і т.д. для компостування гною з високою вологістю.

Вермикомпостування.

Дощові черв'яки поїдають органічні речовини і виділяють дрібний гранульований матеріал, який називається "вермикомпост". Під час біогумусного компостування важливі для рослин поживні речовини, такі як N, P, K і Ca, що містяться в органічних відходах, вивільнюються і перетворюються на більш розчинні та доступні для рослин форми. Біогумус також містить

біологічно активні речовини, такі як регулятори росту рослин. Крім того, самі черв'яки є джерелом білка для корму для тварин.

Таблиця 3

Середній вміст поживних речовин у деяких поширених компостах тваринного та рослинного походження

№	Гній/компости	Співвідношення C:N	Вміст поживних речовин (%)		
			N	H ₂ O ₅	K ₂ O
1.	Фермерський гній	1:25-40	0,80	0,41	0,74
2.	Пташиний послід	1:25-40	2,87	2,93	2,35
3.	Вермикомпост	–	1,60	2,20	0,67
4.	Вермикомпост	1:16,8	1,20	0,004	0,37
5.	Відходи ВРХ	1:8,32-19.20	0,51-1,61	0,19-1,02	0,15-0,73
6.	Вермикомпост на основі відходів пальмової олії	1:13,23-32.72	1,29-2,53	–	7.79-11,97

У таблиці 3 наведено середній вміст поживних речовин (азоту, фосфору і калію) у різних типах вермикомпостів за даними різних авторів, які показують, що вермикомпост є багатим джерелом азоту, фосфору і калію, але існують значні коливання у складах, про які повідомляють різні дослідники. Ефективність вермикомпосту для вирощування слонячих ніг та ягід була оцінена в Сільськогосподарському університеті Навсарі, Навсарі, Індія. Результати 3-річного випробування показали, що врожайність була вищою при застосуванні вермикомпосту в дозі 5 т/га, ніж пташиного посліду. Крім того, використання вермикомпосту призвело до зниження витрат на вирощування, підвищення чистого прибутку та показника BCR (2,3) для досліджуваної культури. В іншому дослідженні близько 70 % хімічні добрива та 100% FYM для вирощування шовковиці можна замінити вермикомпостом без впливу на кількість та якість листя. Врожайність картоплі, гірчиці, шовковиці та чорнобривців можна підтримувати навіть після заміни 50% хімічних добрив (NPK) вермикомпостом [10]. В НАУ, Навсарі, вивчали вермикомпост, що на 100% складається з гною або замінює 50% гною цукровою тростиною, субабулом або банановим псевдостеблом, і виявили майже однакову врожайність з грядки, однаковий час процесу і економічну вигоду в усіх комбінаціях з 50% гною, але найвищий BCR спостерігався при обробці 100% гною. Інше випробування було проведено в Малайзії, де вони замінили 75% гною відходами виробництва пальмової олії з хорошим результатом.

Однак, суміш іншої біомаси з гноем уповільнює процес. Оскільки 100 % коров'ячого гною потрібно лише 19 днів для завершення циклу, він продовжується до 27, 40 і 70 днів у разі заміни гною на 50, 70 і 100 %, відповідно. Таким чином, можна сказати, що вермикомпостування не тільки здатне замінити хімічні добрива, але й може слугувати бізнес-можливістю для сільської бідноти.

Висновок. Екологічні засади переробки побічних відходів утримання великої рогатої худоби (ВРХ) є надзвичайно важливими для збереження природних ресурсів та зменшення негативного впливу на довкілля. Переробка цих відходів дозволяє знизити викиди шкідливих речовин у атмосферу,

зменшити навантаження на ґрунт та водні ресурси, а також використовувати їх як відновлювані джерела енергії та вторинні сировини. Дослідження у цій галузі є актуальним та необхідним для подальшого розвитку сталого сільськогосподарського виробництва та збереження екологічної рівноваги.

Список використаної літератури

1. Свиноус І.В. Роль і місце складових ринкової інфраструктури в ланцюгу товароруху тваринницької продукції від ОСГ до кінцевого споживача. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2010. № 5. Т.4. С.134–137.

2. Ціхановська В.М. Розвиток агропродовольчого ринку України в умовах глобалізації: монографія. Вінниця: Вінн. міськ. друк. 2014. 446 с.

3. Шуст О.А. Ринок продукції м'ясного скотарства в Україні: теоретико-прикладні аспекти розвитку та регулювання : монографія. Біла Церква. 2011. 336 с.

4. Токарчук О. А., Токарчук Д. М., Пазюк В. М. Сучасний стан проблеми енергоефективності в світі та в Україні. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021. № 1 (112). С. 88–99. DOI: 10.37128/2520-6168-2021-1-11

5. Пришляк Н.В., Токарчук Д.М., Паламаренко Я.В. Передумови та організаційно-економічний механізм формування та реалізації стратегії поводження з відходами аграрних підприємств. *Економіка та держава*. 2021. № 3. С. 104–117. DOI: 10.32702/2306-6806.2021.3.104

6. Kaletnik G., Honcharuk I., Okhota Yu. The Waste-Free Production Development for the Energy Autonomy Formation of Ukrainian Agricultural Enterprises. *Journal of Environmental Management and Tourism*. 2020. Vol. XI, Summer, № 3 (43) P. 513-522. DOI: [https://doi.org/10.14505/jemt.v11.3\(43\).02](https://doi.org/10.14505/jemt.v11.3(43).02)

Ангеліна ІЖАК⁶,
студентка 2-го курсу
факультету технології виробництва,
переробки та робототехніки в тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПІДВИЩЕНОГО РІВНЯ АМІНОКИСЛОТ У РАЦІОНІ СВИНЕЙ НА ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТИВНОСТІ

Анотація. Дослідження останніх років свідчать, що на якість свинини суттєво впливають умови вирощування тварин, їх вік, жива маса, особливості

⁶Науковий керівник: Тетяна Ткаченко, кандидат с.-г. наук, старший викладач кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва ВНАУ

годівлі, транспортування і забій. Тобто, на якість м'яса впливає багато факторів, але основним є годівельний. Значна кількість господарств у годівлі свиней використовують засоби підвищення продуктивності тварин, зокрема білково-вітамінно-мінеральні добавки і премікси. Найбільшого поширення у тваринництві набули комплексні добавки нового покоління, кількість яких постійно зростає, а їх дія на організм тварин маловідома. У зв'язку з цим, виникає необхідність наукового обґрунтування використання їх при відгодівлі тварин. Балансування амінокислотного живлення свиней при відгодівлі за лізином з відповідною потребою макро- і мікроелементів та вітамінів забезпечує високу ефективність використання в складі комбікорму (зерноsumіші) консервованого зерна кукурудзи з мінімальним вмістом у зерноsumіші фуражної пшениці 35 % без ячменю та інших злакових культур.

Ключові слова: середньодобовий приріст, концентрація амінокислот, якість м'яса, білково-вітамінно-мінеральні добавки.

Annotation. *Researches of recent years show that the quality of pork is significantly influenced by the conditions of raising animals, their age, live weight, features of feeding, transportation and slaughter. That is, the quality of meat is affected by many factors, but the main one is feeding. Therefore, a significant number of farms use means of increasing the productivity of animals, in particular, protein-vitamin-mineral additives and premixes in feeding pigs. Complex supplements of the new generation, the number of which is constantly increasing, have become the most widespread in animal husbandry, and their effect on the body of animals is little known. In this regard, there is a need for scientific substantiation of their use in animal fattening. Therefore, a significant number of farms use means of increasing the productivity of animals, in particular, protein-vitamin-mineral supplements and premixes in pig feeding. Complex supplements of the new generation, the number of which is constantly increasing, have become the most widespread in animal husbandry, and their effect on the body of animals is little known. Balancing the amino acid nutrition of pigs during fattening based on lysine with the corresponding need for macro- and microelements and vitamins ensures the high efficiency of the use of canned corn grain in the compound feed (grain mixture) with a minimum content of 35% fodder wheat in the grain mixture without barley and other cereal crops.*

Key words: *average daily fast, concentration of amino acids, amount of oil, additives.*

Вступ. Використання в складі комбікорму різних композицій білково-вітамінно-мінеральних добавок, ферментних препаратів, пробіотиків та інших біологічно активних речовин дозволяє підвищити рентабельність свинарства та підвищити його продуктивність. Поряд з цим але особливу увагу приділяють складу кормового протеїну, а саме його повноцінності. З усіх незамінних амінокислот лімітуючим у свинарстві є лізин. Він є незамінною амінокислотою та повинен надходити у відповідній кількості з кормами, а також у складі білково-вітамінно-мінеральних добавок (БВМД) [5].

Сумарна потреба тварин у білках визначається необхідною кількістю амінокислот, які повинні надходити в організм тварини разом із кормами.

Якість протеїнового живлення залежить не тільки від кількості білків у кормах, а від співвідношення у них амінокислот. Нестача або ж надмірна кількість їх у раціоні негативно позначається на біосинтезі білка в організмі.

Для цього використовують амінокислотні кормові добавки, які мають високий ступінь засвоюваності та дають позитивні результати, збільшуючи середньодобові прирости й знижуючи витрати кормів на одиницю продукції. Ринок постійно поповнюється новими амінокислотними кормовими добавками як закордонних, так і вітчизняних фірм. Це як і багатокомпозиційні амінокислотні кормові добавки, рідкі та порошкоподібні форми з різного роду наповнювачами, як тощо, так і окремі форми амінокислот, зокрема лізину.

Дослідження останніх років свідчать, що на якість свинини суттєво впливають умови вирощування тварин, їх вік, жива маса, особливості годівлі, транспортування і забій. Більшість господарств на сьогодні у годівлі свиней використовують засоби підвищення продуктивності тварин, зокрема білково-вітамінно-мінеральні добавки і премікси. Найбільшого поширення у тваринництві набули комплексні добавки нового покоління, кількість яких постійно зростає, а їх дія на організм тварин маловідома. У зв'язку з цим, виникає необхідність наукового обґрунтування використання їх при відгодівлі тварин.

Забезпечення високої життєздатності й інтенсивності росту свиней є актуальною науково-практичною проблемою сучасного свинарства. Це створює передумови для розробки нових принципів оцінки поживності кормів за широким спектром елементів живлення, що дозволяє не тільки задовольняти фізіологічні потреби тварин у поживних речовинах, але й збалансувати їх, забезпечивши таким чином високу продуктивність й ефективне використання кормів [3, 4].

Збільшення виробництва свинини залежить від збалансованої повноцінної годівлі тварин та якості кормів. Проте концентровані корми злаково-бобових культур та відходи олійного та мукомельного виробництва не забезпечують свиней необхідними макро- та мікроелементами, вітамінами. Тому особливу увагу на промислових комплексах з виробництва свинини, особливо на початкових стадіях відгодівлі, необхідно приділяти білковому, мінеральному та вітамінному живленню [2].

На промислових комплексах у результаті використання інтенсивних технологій вирощування й відгодівлі тварин та інших чинників почастишали випадки зниження резистентності тварин до технологічних стресів і погіршення якості м'яса, що, у свою чергу, утруднює його подальшу промислову переробку [1].

Свинина відрізняється від інших видів м'яса високим вмістом легкозасвоюваного білка та незамінних амінокислот [6].

Варто зазначити, що важливу роль у підвищенні біологічної цінності процесу годівлі тварин відіграє засвоюваність амінокислот. Відповідно, підвищення рівня засвоюваності дозволить отримати від тварин додаткову

продукцію, а це, у свою чергу, знизить рівень додаткових витрат у сфері тваринництва [8].

Водночас зниження кількості білка в раціоні знижує концентрацію аміаку в тонкому кишечнику й азоту сечовини та летких жирних кислот у клубовій кишці. Амінокислоти кормів – основне джерело для оновлення та утворення білків тіла. Кожна із незамінних амінокислот виконує важливу й специфічну роль в обміні речовин, впливає на певні функції і системи організму. Одним із головних факторів інтенсифікації виробництва свинини є максимальне використання генетичного потенціалу продуктивності існуючих та нових порід і типів свиней [5].

Збільшення споживання населенням світу білка тваринного походження у контексті неефективного використання природних ресурсів є однією з основних проблем майбутнього у галузі харчування тварин. На сьогодні існує широкий спектр методів, що забезпечують підвищення ефективності використання в годівлі тварин кормів, серед яких знаходяться кормові добавки. Проте лише точне знання механізму дії цих інструментів є передумовою їх успішного застосування [9].

Одним із головних факторів інтенсифікації виробництва свинини є максимальне використання генетичного потенціалу продуктивності існуючих та нових порід і типів свиней [5].

Мета статті полягає в дослідженні впливу нового кормового фактору на показники продуктивності свиней.

Виклад основного матеріалу. Для встановлення продуктивної дії комбікорму (зерноsumіші) з високим вмістом лізину (6,6 %) у сирому протеїні кормів раціону на показники продуктивності свиней було сформовано 2 групи по 12 голів свиней (порода велика біла х ландрас) у кожній. Тварини споживали комбікорм, виготовлений у господарстві із зерна фуражної пшениці, силосованого вологого зерна кукурудзи, соняшникової макухи і білково-вітамінно-мінеральних добавок (БВМД) та з додаванням для дослідної групи білково-вітамінно-мінерального преміксу (БВМП).

Для встановлення динаміки зміни живої маси тварин за період досліду проводилось індивідуальне зважування тварин до годівлі на початку і в кінці кожного з періодів. Використовуючи дані зважування та облік спожитих кормів, визначали середньодобові прирости та витрати кормів на 1 кг приросту.

У кінці досліду був проведений забій 6 голів свиней по 3 голови з групи. Після забою були відібрані зразки крові, м'яса й печінки від тварин кожної з груп для проведення лабораторних досліджень. За результатами забою була визначена передзабійна та забійна маса, забійний вихід, маса внутрішніх органів.

Годівля тварин проводилася згідно із встановленими нормами. Утримання було групове в приміщенні для вирощування й відгодівлі свиней. Роздавали комбікорм (зерноsumіш) у годівниці один раз на добу. Доступ тварин до води був вільним. Облік з'їдених кормів проводився після кожного періоду відгодівлі, а їх було 4, з визначенням валового (кг) і середньодобового приростів (г), витрат комбікорму на 1 кг приросту живої маси, к. од.

Упродовж основного періоду, який тривав 109 діб та складався з 4-х підперіодів, свині контрольної групи залишалися на раціоні зрівняльного періоду, а тваринам дослідної групи вводився премікс з високим умістом лізину в сирому протеїні кормів раціону. Вологе консервоване зерно кукурудзи в комбікормі (зерносуміші) за фізичною масою в перший період відгодівлі складало 36,9 %, у другий майже 50 %, а в третьому періоді 24 %, тоді як в заключний період воно було виключене. Пояснюється це необхідністю виключити відповідний вплив силосованого зерна кукурудзи на якість сала.

Продуктивна дія комбікорму для свиней контрольної групи за період відгодівлі 109 діб характеризувалась одержанням середньодобових приростів на рівні 688 г, а комбікорм для свиней дослідної групи забезпечив середньодобові прирости – 752 г, і це на 9,3 % більше, ніж у групі контролю (табл. 1).

Так як лізин загалом впливає на енергетичний, жировий, мінеральний, та, особливо на білковий обмін речовин в організмі, середньодобові прирости відгодівельного поголів'я дослідної групи становили 752 г і відповідно 688 г в контрольній групі, у якій уміст лізину в сирому протеїні раціону був на рівні 4,8 %. Період відгодівлі продовжувався 109 діб до високих вагових кондицій – 120 кг живої маси в контрольній групі та 127 кг в дослідній.

Таблиця 1

Відгодівельні показники молодняка свиней контрольної і дослідної груп
($M \pm m, n = 12$)

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Жива маса 1 голови:		
на початок основного періоду, кг	45,4 ± 0,87	45,8 ± 0,92
на кінець періоду відгодівлі, кг	120,3 ± 2,4	127,8 ± 1,8*
Приріст живої маси, кг	75 ± 1,8	82 ± 2*
Тривалість періоду відгодівлі, діб	109	109
Середньодобовий приріст, г	688	752
% до контролю	100	109,3

* $P < 0,05$

У графічному виразі це показано на рисунку 1.

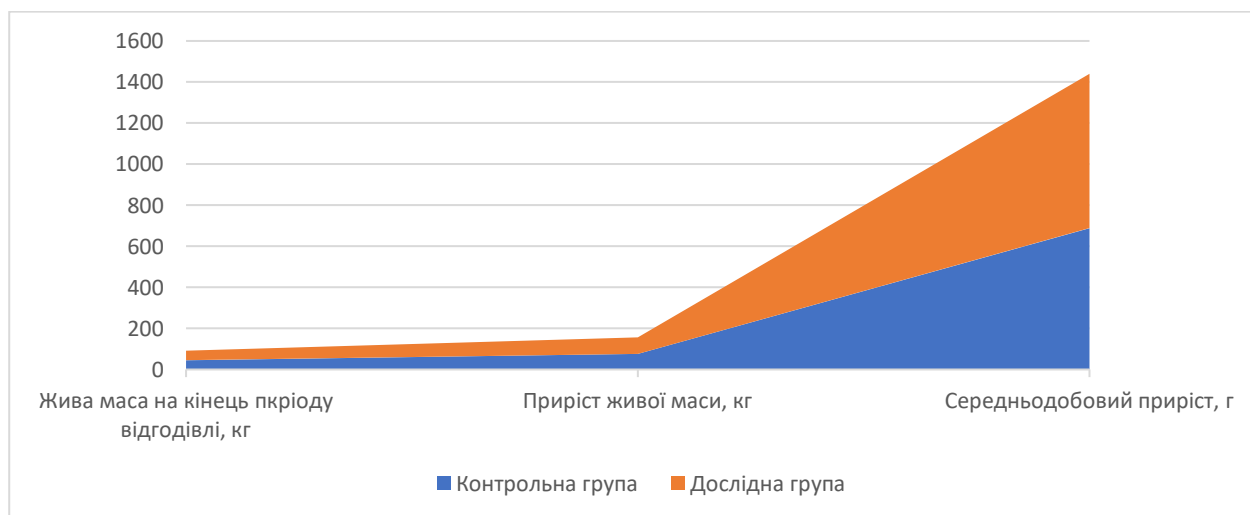


Рис. 1. – Динаміка зміни живої маси свиней

Необхідно зазначити, що вміст лізину 4,8 % в сирому протеїні кормів раціону контрольної групи є досить високим порівняно з іншими раціонами. Підтвердженням цього є середньодобові прирости свиней на рівні 688 г.

Результати, які одержані при проведенні забою піддослідних тварин, переконливо показали різницю на користь дослідної групи в забійному виході, масі та виході туші.

У першу чергу це менша на 6,0 % товщина шпику свиней дослідної групи відносно до контролю і на 9,1 % більші середньодобові прирости свиней дослідної групи. Вихід туші свиней дослідної групи був на 3,6 % більшим порівняно у порівнянні з групою контролю. Цей показник забійних якостей корелює з меншою на 6,0 % товщиною шпику і на 3,6 % більшим виходом туші, що доводить ефективність використання згодовування відгодівельному молодняку свиней комбікорму (зерномуміші) з вмістом 6,6 % лізину в сирому протеїні раціону проявило позитивний вплив на забійні якості свиней.

На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що балансування амінокислотного живлення свиней при відгодівлі за лізином на рівні 6,6 % в сирому протеїні, метіоніну з цистином – 3,0 %, триптофану – 1 % і треоніну – 3,8 % з відповідною потребою макро- і мікроелементів та вітамінів забезпечує високу ефективність використання в складі комбікорму (зерносуміші) консервованого зерна кукурудзи з мінімальним вмістом у зерносуміші фуражної пшениці 35 % без ячменю та інших злакових культур.

Таблиця 1

Забійні якості піддослідних свиней ($M \pm m$, $n = 3$)

Показник	Група	
	контрольна	Дослідна
Передзабійна жива маса, кг	119,6 ± 0,7	127,2 ± 1,4*
Забійна маса, кг	88,3 ± 2,3	101,2 ± 1,7*
Забійний вихід, %	73,8 ± 2,4	79,9 ± 1,2
Маса туші, кг	71,6 ± 2,6	81,7 ± 2,2*
Вихід туші, %	59,8 ± 2,1	63,4 ± 1,1
Внутрішній жир, кг	2,24 ± 0,48	1,36 ± 0,24
Печінка, г	1597 ± 62	1674 ± 0,8
Серце, г	432 ± 18	446 ± 18
Легені, г	543 ± 74	522 ± 94
Нирки, г	256 ± 30	278 ± 44
Середня товщина шпику, см	4,12 ± 0,19	3,89 ± 0,22

* $P < 0,05$

Середньодобові прирости відгодівельного поголів'я дослідної групи становили 752 г і відповідно 688 г в контрольній групі, у якій уміст лізину в сирому протеїні раціону був на рівні 4,8 %. Період відгодівлі тривав 109 діб до високих вагових кондицій – 120 кг живої маси в контрольній групі та 127 кг в дослідній. Це доводить більш інтенсивне формування м'язової тканини у свиней дослідної групи завдяки вищому рівневі вмісту лізину в сирому протеїні кормів раціону і відображає суттєвий вплив усього кормового фактору на якість свинини.

Необхідно зазначити, що вміст лізину 4,8 % в сирому протеїні кормів раціону контрольної групи є досить високим порівняно з іншими раціонами. Підтвердженням цього є середньодобові прирости свиней на рівні 688 г.

Результати, які одержані при проведенні забою піддослідних тварин, переконливо показали різницю на користь дослідної групи в забійному виході, масі та виході туші.

Висновок. При балансуванні раціонів за амінокислотним складом необхідно враховувати доступність амінокислот та їх співвідношення між замінними і незамінними амінокислотами. Під доступністю слід вважати кількість використаної організмом амінокислоти від загального вмісту її у кормі. На доступність впливають хімічний склад протеїну корму, швидкість відщеплення їх від білків під дією протеолітичних ферментів травного каналу, наявність у кормах інгібіторів протеолітичних ферментів, дія високих температур в процесі виробництва кормів та підготовки їх до згодовування. Поряд з цим, забезпечення тварин протеїном являє собою одну із найважливіших задач сільського господарства. У багатьох господарствах нашої країни має місце дефіцит протеїну, що є стимулюючим фактором збільшення виробництва та зниження собівартості продукції тваринництва [5].

Високий вміст лізину в раціоні свиней дослідної групи впливав на обмін речовин в організмі тварин, що підтверджується більшою забійною масою на 14,6 %, і масою туші на 14,1 % та зменшення маси внутрішнього жиру на 39,3 %, що свідчить про підвищений рівень обміну речовин в організмі свиней, росту м'язової тканини.

Одержання високих середньодобових приростів свиней на рівні 752 г, обґрунтовується підвищеним вмістом лізину в сирому протеїні на рівні 6,6 % за рахунок застосування нового кормового фактору при відгодівлі свиней до вищих вагових кондицій. За результатами проведеного забою встановлено, що у свиней дослідної групи збільшується забійна маса на 14,6 %, забійний вихід на 6,2%, маса туші на 14,1%, вихід туші на 3,6%. Водночас за масою внутрішніх органів суттєва різниця не була встановлена. Спири За рахунок збільшення вмісту загальної вологи на 4,5%, білка на 1,3% та зменшення кількості жиру на 3% у м'ясі піддослідних свиней відповідно підвищилася його якість. у досягненні високої продуктивності молодняка свиней на відгодівлі першочергова роль відводиться повноцінності сирого протеїну кормів раціону, а саме вмісту у ньому лізину.

Список використаної літератури

1. Баньковська І. Б., Висланько О. О. М'ясна продуктивність свиней різних генотипів. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2002. № 6. С. 246–248.
2. Бондаренко В.В. Продуктивність молодняка свиней при згодовуванні БВМД Мінактивіт. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія : Тваринництво. 2016. № 5. С. 132-135.
3. Гуменюк Г. Д. Сучасний стан і перспектива розроблення стандартів на комбікормову продукцію та можливість гармонізації їх з міжнародними та

європейськими стандартами. *Україна-Комбікорми 2003* : матеріали 1-ї міжн. наук.-пр. конф. Київ, 10 січ. 2003 р. Київ, 2003. С. 26–31.

4. Гуцол А. В. Амінокислотний склад м'яса у молодняку свиней при згодовуванні преміксів. *Тваринництво України*. 2000. № 12. С. 30–35.

5. Ібатуллін І. І., Мельничук Д. О., Богданов Г. О. Годівля сільськогосподарських тварин: підручник. Вінниця: Нова Книга, 2007. 616 с.

6. Рибалко В. П. Не тільки збільшувати виробництво, але й не знижувати якість свинини. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2006. Т. 2, № 3. С. 3–7.

7. Лимар В. Способи здешевлення кормів. *Прибуткове свинарство*. 2015. С. 10–11.

8. Bikker P. A et. al. Influence of dietary proteins and fermented carbohydrates on growth efficiency and intestinal characteristics in newborn piglets. *Journal of Animal Sciences*. 2006. Vol. 12. P. 3337–3345. DOI: doi: 10.2527/jas.2006-076.

9. Kenny M., Smith H., Mengeri E., Miller B. Probiotics - do they play a role in the pig industry. *Animal*. 2011. №5 (3). P. 462–470.

Ігор СПЛОДИТЕЛЬ⁷,
студент 3-го курсу,
факультету технології виробництва,
переробки та робототехніки в тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ФЕРМЕНТІВ У МОЛОЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Анотація. У статті розглядається інформація про функції та використання різних ферментів у молочних продуктах харчування. Застосування молочних продуктів включає використання низки ферментів, таких як протеаза, щоб зменшити алергічні властивості продуктів молока та ліпази, щоб покращити смак сиру. Казеїни, не мають ароматизаторів і можуть бути придатними для додавання до напоїв і кисломолочних продуктів завдяки обмеженню протеолізу. Гідролізати казеїну краще використовувати в харчуванні на основі молочних білків для новонароджених дітей з алергією на молоко. Ліполіз відіграє значну роль у смаку швейцарського сиру.

Неперевершений смак блакитного сиру створюють коротколанцюгові ненасичені жири та метилкетони. Обмежено застосовуються в молочних процесах сульфгідрилоксидаза, лактопероксидаза, глюкозооксидаза, каталаза, лізоцим і супероксиддисмутаза. Каталаза і глюкозооксидаза використовуються в процесах консервування їжі.

⁷Науковий керівник: Олена Разанова к.с.-г.н., доцент кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва ВНАУ

Ключові слова: молоко, білок, ферменти, молочні продукти.

Annotation. The article discusses information about the functions and use of various enzymes in dairy foods. The application of dairy products includes the use of various enzymes such as protease to reduce your milk product properties and lipase to enhance the taste of cheese.

Caseins are flavor-free and may be suitable for addition to beverages and acidic foods due to the limitation of proteolysis. Casein hydrolysates are better used in milk protein-based nutrition for newborn babies with cow's milk allergy. Lipolysis plays a significant role in the taste of Swiss cheese. The unique taste of blue cheese is created by short-chain unsaturated fats and methyl ketones. Limited use in dairy processes is sulfhydryl oxidase, lactoperoxidase, glucose oxidase, catalase, lysozyme, and superoxide dismutase. Catalase and glucose oxidase are used in food preservation processes.

Key words: milk, protein, enzymes, dairy products.

Вступ. Ферменти є точними у своїй дії, і кожен фермент призначений для ініціювання певної реакції з певним результатом [9]. Крім того, в організмі людини присутні численні ферменти [7]. Термін «фермент» здебільшого при муковісцидозі відноситься до ферменту, що виробляється підшлунковою залозою, який, як очікується, починає реакцію на перетравлення їжі. Різноманітні місцеві ферменти відіграють важливу роль в обробці молока для виготовлення сиру. Крім місцевих ферментів, екзогенні ферменти можуть бути включені для конкретних цілей, а саме зміни згортання молока, приготування сиру та витримки, покращення терміну зберігання харчових продуктів, забезпечення безпеки, а також очищення та видалення молочних стічних вод.

Молочні ферменти використовуються для обробки чеддеру, йогурту, молока та молочних продуктів. Властивості цих ферментів значно змінюються від коагулянту, використання у виготовленні сиру, біозахисних ферментів для покращення терміну придатності при переробці молочних продуктів. Використання ферментів (естерази, лактази, ліпази, протеази та каталази) у молочних і харчових технологіях добре відомо. Сичужний фермент (відомий як ренін, який є сумішшю пепсину та хімозину, видобутого з тварин і мікробіологічних джерел) використовується для згортання молока як основної фази технології переробки сиру [16].

Протеази різних типів використовуються для прискорення старіння сиру, як функціональна властивість і зміни молочного білка для зменшення алергічних ефектів продуктів коров'ячого молока в дитячому харчуванні [11]. Ліпаза в основному використовується при дозріванні сиру для поліпшення смаку. Лактаза, зазвичай, використовується для гідролізу лактози до глюкози та галактози та підвищення розчинності і солодкого смаку в різних молочних продуктах. Застосування ферментів спостерігається з їх різними джерелами, доступними для використання в продуктах харчування та молочних продуктах (табл. 1).

Таблиця 1

Ферменти і їх застосування в молочній промисловості та продуктах харчування

Фермент	Джерело	Фізичні властивості (застосування)
Амілази	Bacillus і Aspergillus spp.	Розрідження крохмалю. випічка, пивоваріння, текстиль, миючі засоби тощо.
Бета-глюканази	Bacillus spp	Пивоваріння та комбікорми
Бромелайн	Ананас	Розм'якшення м'яса, охолодження пива
Целюлази	Trichoderma spp	Біополірування текстилю, целюлоза та папір, мийні засоби
Хімосин	Телячий шлунок	Виробництво сиру
Фіцин	Рис	Розм'якшення м'яса
Глюкоза	Bacillus і Streptomyces spp.	Ізомеризація глюкози до фруктози
Ліпази	Pseudomonas spp.	Мийні засоби, олії та жири, випічка, шкіра, папір тощо
Папаїн	Латекс папайї	Розм'якшення м'яса, заварювання
Пектинази	Aspergillus spp	Гідроліз пектину при освітленні фруктового соку.
Протеази	Bacillus і Aspergillus spp.	Миючі засоби, пивоваріння, розм'якшення м'яса, випікання, очищення, гідроліз тваринних білків, функціональні білки м'яса тощо
Пепсин	Шлунок забійних тварин	Допомога травленню
Трансглютамінази	Streptomyces spp.	Перехресне зшивання та гелеутворення білка та зв'язування м'яса
Трипсин	Шлунок забійних тварин	Допомога травленню.

Молоко містить білок, зокрема, казеїн, який зберігає структуру рідини. Коли протеаза, як фермент, додається до обробки сиру, вона гідролізує казеїн, точніше каппаказеїн, який стабілізує функцію міцел, запобігаючи згортанню молока. Для згортання молока використовуються сичужний фермент і ренін, які називаються ферментами. Насправді, сичужний фермент називається вистиланням четвертої частини шлунка теляти.

Хімосин є широко визнаним ферментом, виділеним із сичужного ферменту. Хімосин легко отримати з тварин і мікробних або рослинних джерел. Однак місцевого мікробного хімосину (грибків або мікробних джерел) може бути недостатньо для виготовлення чеддеру та твердих сирів [14]. Обмеження надходження телячого сичужного ферменту провокує спадкове конструювання мікробного хімосину з клонуванням генів прохімосину теляти в мікроорганізми. Хімосин пов'язаний зі створенням до 70% сирів. Такий фермент рятує життя телятам і вирішує етичні проблеми для тих людей, які мають алергію на їжу, виготовлену з використанням генно-інженерних мікроорганізмів [11].

Лактаза перетворює лактозу в галактозу і глюкозу. Вона цінна для людей, які страждають непереносимістю лактози, у яких у тонкому кишечнику менше виробляється лактаза. Лактоза спричиняє незручності (нещільність кишківника,

судоми та газу) у травленні молока та молочних продуктів [15]. Лактаза використовується на комерційному рівні для розробки продуктів без лактози для людей з непереносимістю лактози. Він також використовується для виробництва замороженого йогурту для отримання вершкових продуктів із кращим смаком. Лактазу зазвичай отримують з грибів виду *Aspergillus* і дріжджів *Kluuyveromyces* [6].

Каталаза має обмежене та специфічне використання у переробці сиру. В основному він використовується в перекисі водню, який є сильним окислювачем і небезпечним для клітин організму. Тому його використовують у виготовленні певних сирів замість пастеризації (швейцарського сиру), щоб зберегти звичайні молочні білки, які забезпечують переваги готового продукту та покращують смак сиру [11]. Він денатурується пастеризацією при вищій температурі. Однак залишки перекису водню перешкоджають культурі бактерій, яка є обов'язковою при переробці сиру. Тому залишки перекису водню видаляються перед пакуванням. Каталазу отримують з печінки бичка або мікробних джерел. Його зазвичай додають для розчинення перекису водню у воді та кисню

Ліпаза використовується для відділення молочного жиру і надає бажаного смаку сиру. Сири з сильним смаком (італійський сир Романо) виробляються з використанням ліпази. Вільні ненасичені жири забезпечують аромат, який утворюється гідролізом молочного жиру. Телята і вівці забезпечують ліпазу тварин. Однак *Mucor miehei* як види грибів постачають мікробну ліпазу [13]. Мікробна ліпаза доступна для обробки сирів і менш специфічна для гідролізу певних жирів, коли ферменти тваринного походження гідролізують жири короткої та середньої довжини. Більш короткі жири гідролізуються, надаючи кращий смак багатьом сирам. Незважаючи на це, ненасичені жири з довшим ланцюгом забезпечують мильність або відсутність смаку після гідролізу [1].

Використання трансглутаминази (TGase) до 0,5% ефективніше у покращенні функціональних властивостей йогурту, виготовленого з козиного молока. В результаті консистенція гелю покращується, а відділення сироватки значно зменшується. Однак не спостерігається суттєвих відмінностей в оброблених ферментами зразках йогурту [10]. Перемішаний йогурт був виготовлений за допомогою ковалентного зв'язку шляхом комбінованої дії мікробної трансглутаминази в інактивованому стані та глутатіону, і не має негативного впливу на бродіння йогурту. Спостерігається значне збільшення уявної в'язкості та полімеризації білка порівняно з йогуртом, який виготовлявся лише компанією TGase [3]. Коли TGase використовували у вищих концентраціях, це зменшувало синерезис разом зі збільшенням в'язкості йогурту. TGase виявився більш ефективним джерелом у йогурті для розвитку фізичних властивостей, коли його склад було змінено додаванням сироватки. Крім того, виявлено, що перехресне зшивання, викликане TGase, має прямий вплив на швидкість синерезису [12]. Sanlı et al. досліджували вплив TGase на фізико-хімічні і сенсорні характеристики йогурту за різних часів інкубації та етапів виробництва. Результати показали, що додавання ферменту не спричинило істотних змін у хімічних характеристиках йогурту. Тим не менш, після пастеризації додавання

ферменту підвищувало стабільність гелю зі зменшенням синерезису [16].

Застосування молочних продуктів включає використання різних ферментів, таких як протеаза, щоб зменшити алергічні властивості продуктів молока та ліпази для покращення смаку сиру. Казеїни, які є кислородчинними, не мають смаку і можуть бути придатними для додавання в напої та кислу їжу завдяки обмеженню протеолізу [4]. Гідролізати казеїну краще використовувати в харчуванні на основі молочних білків для новонароджених з алергією на коров'яче молоко. Нині протеаза становить 60% промислових ферментів. Однак мікробні протеази є цінними в світлі того факту, що їх легко отримати, використовувати та відновити. Фермент, екстрагований з *Aspergillus niger* var. *awamoti* зараз виробляється на промисловому рівні. Ліполіз відіграє значну роль у смаку швейцарського сиру. Пікантний смак блакитного сиру створюють коротколанцюгові ненасичені жири та метилкетони. Більша частина ліполізу в блакитному сирі здійснюється ліпазою *Penicillium roqueforti*, а менша – молочною ліпазою. Ліполітичні ферменти, такі, як естерази та ліпази, пов'язані з перетворенням деградації ліпідів [6]. *Penicillium restrictum* присутній у ґрунті та різних залишках нафти, які виробляють ліпазу.

Сьогодні такі галузі, як Amano, Gist-Brocades і Novozymes, використовують мікробні ліпази [1]. Сири середньої витримки, які емульговані, гомогенізовані та пастеризовані, є процедурою NOVO для створення ферментно-модифікованого сиру, який дає «палатазу», він дозріває при вищих температурах протягом 2-6 днів. Пасту після розігрівання доцільно використовувати в соусах, супах, закусках і заправках. Для забезпечення різноманітних діапазонів смаків сиру та інтенсивності смаку сирів Blue, Cheddar, Swiss, Romano та Provolone-Nemor, була розроблена технологія для включення їх у численні молочні та харчові продукти в низьких кількостях. Екзогенні ферменти успішно прискорюють старіння, але не було сприяння їх широкому використанню через високі витрати та труднощі отримання однорідного сиру та проблему перезрівання сиру [15]. Багато другорядних ферментів, які обмежено застосовуються в молочних процесах, це сульфгідрилоксидаза, лактопероксидаза, глюкозооксидаза, каталаза, лізоцим і супероксиддисмутаза. І каталаза, і глюкозооксидаза використовуються в процесах консервування їжі. Супероксиддисмутаза є антиоксидантом для харчових продуктів, тим не менш, він є більш потужним за наявності каталази та генерує H_2O_2 . Вважається, що сульфгідрильні групи, які є термічно індукованим утворенням, є причиною присмаку вареного молока в молоці, обробленому надвисокою температурою. Асептичні умови можуть подолати ці дефекти. Низький рівень лактопероксидази у сирому молоці пояснюється інгібуючим механізмом, ініційованим H_2O_2 і тіоціанатом. Здатність активації LP-системи зумовлює підвищення якості збереження молока з додаванням лізоциму, що є доцільним для новонароджених [5]. Лізоцим зменшує наявність бактерій в молоці, не впливаючи на біфідобактерії в кисломолочних типах.

Тому введення ферментів у молочних продуктах необхідний для кращого виробництва молочних продуктів і для майбутніх молочних технологій.

Висновок. Використання ферментів у молочній промисловості є необхідним елементом для виробництва якісних та смачних молочних продуктів. Вони не лише допомагають у формуванні потрібної консистенції та текстури, але й покращують зберігання продуктів і поживну цінність. Ретельний контроль над використанням та оптимізація процесів ферментування є важливими аспектами у виробництві молочних продуктів.

Список використаної літератури

1. Alkan H., Baysal Z., Uyar F., Dogru M. Production of lipase by a newly isolated *Bacillus coagulans* under solid-state fermentation using melon wastes. *Applied Biochemistry Biotechnology*. 2007. Vol. 136(2). P.183–92.
2. Andersen M.R., Nielsen M.L., Nielsen J. Metabolic model integration of the bibliome, genome, metabolome and reactome of *Aspergillus niger*. *Molecular Systems Biology*. 2008. Vol 4. P.178.
3. Bönisch M.P., Huss M., Weigl K., Kulozik U. Transglutaminase cross-linking of milk proteins and impact on yoghurt gel properties. *International Dairy Journal*. 2007. Vol. 17(11). P.1360–71.
4. Couto S.R., Sanromán M.A. Application of solid-state fermentation to food industry – a review. *Journal of Food Engineering*. 2006. Vol. 76. P. 291–302.
5. Dajanta K., Chukeatirote E., Apichartsrangkoon A. Effect of lactoperoxidase system on keeping quality of raw cow's milk in Thailand. *International Journal Dairy Science*. 2008. Vol. 3. P. 112–116.
6. Deeth H.C. Lipoprotein lipase and lipolysis in milk. *International Dairy Journal*. 2006. Vol. 16. P. 555–562.
7. Duruyurek M., Dugun C., Gulhan M.F., Selamoğlu Z. Production of bioethanol from waste potato. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 2015. Vol. 3(5). P. 331–4.
8. Erdemli M.E, Akgül H., Ege B., Aksungur Z., Gozukara H., Selamoğlu Z. The effects of grapeseed extract and low level laser therapy administration on the liver in experimentally fractured mandible. *Journal of Turgut Ozal Medical Center*. 2017. Vol. 24. P. 127–133.
9. Farkye N.Y. Cheese technology. *International Journal Dairy Technology*. 2004. Vol. 57. P. 91–98.
10. Farnsworth J.P, Li J, Hendricks G.M, Guo M.R. Effects of transglutaminase treatment on functional properties and probiotic culture survivability of goat milk yogurt. *Small Ruminant Research*. 2006. Vol. 65(1-2). P.113–21.
11. Fox P.F. Significance of Indigenous Enzymes in Milk and Dairy Products. Handbook of food enzymology, Florida: CRC Press; 2002. P. 270-293
12. Gauche C., Tomazi T., Barreto P.L., Ogliari P.J., Bordignon-Luiz M.T. Physical properties of yoghurt manufactured with milk whey and transglutaminase. *LWT Food Science and Technology*. 2009. Vol. 42(1). P. 239–43.
13. Hasan F., Shah A.A., Hameed A. Industrial applications of microbial lipases. *Enzyme and Microbial Technology*. 2006. Vol. 39. P. 235–251.
14. Low Y.H., Agboola S., Zhao J., Lim M.Y. Clotting and proteolytic properties

of plant coagulants in regular and ultrafiltered bovine skim milk. *International Dairy Journal*. 2006. Vol. 16(4). P.335–43.

15. Manay N., Shakuntala O. Food: facts and principles, India: *New Age International*. 2001. P. 116-130

16. Merheb-Dini C., Gomes E., Boscolo M., da Silva R. Production and characterization of a milk-clotting protease in the crude enzymatic extract from the newly isolated *Thermomucor indicae-seudaticae* N31:(Milk-clotting protease from the newly isolated *Thermomucor indicae-seudaticae* N31) *Food Chemistry*. 2010. Vol. 120(1). P. 87–93.

17. Ozer B., Kirmaci H.A., Oztekin S., Hayaloglu A., Atamer M. Incorporation of microbial transglutaminase into non-fat yogurt production. *International Dairy Journal*. 2007. Vol. 17(3). P. 199–207.

18. Salmas R.E., Gulhan M.F., Durdagi S., Sahna E., Abdullah H.I., Selamoglu Z. Effects of propolis, caffeic acid phenethyl ester, and pollen on renal injury in hypertensive rat: An experimental and theoretical approach. *Cell Biochemistry Function*. 2017. Vol. 35(6). P. 304–314.

Олена ДМИТРУК⁸,
студентка 2-го курсу,
факультету технології виробництва,
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА В ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

***Анотація.** Сучасний стан виробництва молока в Вінницькій області є однією з провідних галузей сільського господарства регіону.*

Здійснено аналіз основних тенденцій розвитку галузі, включаючи динаміку виробництва, структуру господарств, використання сучасних технологій та проблеми, з якими стикаються виробники молока. Розглянуто вплив змін кліматичних умов, економічних та соціокультурних факторів на виробництво молока в області. Висвітлено перспективи розвитку галузі та можливі шляхи підвищення її конкурентоспроможності на ринку.

Висновки статті можуть бути корисними для сільськогосподарських підприємств, державних органів управління та наукових установ, що займаються розвитком аграрного сектору.

Ключові слова: виробництво, господарство, технології,

⁸Науковий керівник: Віта Главатчук кандидат с.-г. наук, старший викладач кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин ВНАУ

конкурентоспроможність, розвиток, умови, фактори.

***Annotation.** The article examines the current state of milk production in Vinnytsia region, which is one of the leading agricultural sectors in the region.*

The author analyzes the main trends in the development of the industry, including the dynamics of production, the structure of farms, the use of modern technologies and the problems faced by milk producers. The influence of changes in climatic conditions, economic and socio-cultural factors on milk production in the region is considered.

The prospects for the development of the industry and possible ways to increase its competitiveness in the market are highlighted. The conclusions of the article may be useful for agricultural enterprises, state authorities and scientific institutions involved in the development of the agricultural sector.

***Key words:** production, agriculture, technology, competitiveness, development, conditions, factors.*

Вступ. Останнім часом все більшої актуальності набуває питання забезпечення населення України якісними продуктами харчування, збільшення їх різноманітності та зменшення залежності від імпортованої молочної продукції. У зв'язку з цим актуальними завданнями на сьогоднішній день є збільшення обсягів виробництва молока та молочних продуктів, підвищення їх якості та зниження собівартості.

Молокопереробна галузь є традиційною як у Вінницькій, так і в інших областях України, тому її дослідження та аналіз зосереджені насамперед на території нашої держави. І з огляду на масштаби виробництва молока і його переробку в країні ми обрали саме ці дослідження.

Лабораторними дослідженнями та аналізом в основному займаються В.М. Бондаренко, І.Г. Власенко, П.Т. Саблука, В.В. Власенко, В.М. Ціхановська, С.В. Васильчака, М.М. Ільчук, І.М.Галак, Д.Ф. Харківський, Р.І.Буряка, Т.І. Чернопищук та ін. Проте еволюція та часті оновлення в молочної промисловості зумовлюють потребу в аналізі та нових дослідженнях в цій галузі.

Мета статті полягає у визначенні проблем отримання та переробки молока та пошуку шляхів їх вирішення.

Виклад основного матеріалу. Вінницька область є першою за обсягом виробництва молока і однією з основних постачальників молочної сировини та продукції. Проте, не слід забувати, що кризові явища охоплюють економіку агропромислового комплексу і мають особливий вплив на розвиток молочного скотарства в приватних та громадських селянських господарствах [1].

При сучасному стані виробництва молока, в умовах незадовільно розвинутої механізації та автоматизації, ступінь підвищення продуктивності праці в одиницях виробленої продукції досягнув свого максимального значення. Внаслідок недостатнього рівня технологій, потенційні можливості тварин за продуктивністю використовуються на 60–70 %. Такі низькі показники зумовлені широким застосуванням застарілого прив'язного утримання тварин, недостатнім рівнем організації та технічного забезпечення тваринницьких ферм та

комплексів. Виходячи з цього, перехід молочного господарства на більш ефективну технологічну основу є важливою та невідкладною проблемою.

Безконтрольність з боку держави є ще однією причиною низької якості вітчизняної молочної продукції. Важливо звернути увагу на те, що наприклад температура заморожування молока в Україні не контролюється, що є ознакою фальсифікації. Крім того невирішеною залишається проблема розбавлення молока водою ще на етапі доїння корів, що є також фальсифікацією молочної сировини [2]. Оскільки в останні роки це стало більш поширеним явищем, а метод його точного визначення все ще знаходиться поза контролем держави, молокопереробні підприємства отримують фальсифіковану сировину від виробників, що призводить до виробництва молочної продукції невідповідної якості.

Сьогодні, 80% молока, що виробляється в домогосподарствах витрачається без потреби. Унікальною характеристикою такого виробництва є низька якість молочної сировини, переважно II сорту, що не завжди відповідає вимогам переробників та виробників молочної продукції. Таким чином, велика частина молока, отриманого від домогосподарств, не підходить для переробки і резервується для внутрішнього споживання сільського населення.

Міжнародна комісія, яка регулює експорт продукції, відповідає за те, щоб переробка молока була атестована. Сертифікація господарств, які виробляють молоко як сировину та його прийомка є важливим питанням, яке впливає на вітчизняне виробництво молочної сировини та якості продуктів. Очевидно, що для вирішення цього питання необхідно знати міжнародні норми та стандарти, необхідні для сертифікації ферм.

Відповідно до норм і правил Європейського Союзу, молоко з індивідуальних ферм не може бути допущене до переробки. Молочні інгредієнти повинні надходити лише з ферм, які мають відповідні ліцензії та дозволи. В Україні приватні особи матимуть можливість оплатити витрати на утримання близько 100 корів, що дозволить їм застосовувати діючі нормативні стандарти для забезпечення безпеки та якості молочної сировини.

Поточний стан молочного ринку у Вінницькому регіоні, з точки зору його пропозиції, складається з багатьох малих ферм. Виробник молочної сировини може вибрати систему показників, яка є специфічною для його власного режиму виробництва [3].

За даними досліджень, у багатьох господарствах Вінниччини низький рівень гігієнічної культури та виробничих технологій призвели до відсутності належного руху молочної сировини. Це веде за собою той факт, що виробникам не вистачає доходів, а споживачам – продуктів високого класу. Підвищення якості продукції є життєво важливою складовою економічного розвитку, яка покликана збільшувати ефективність суспільного виробництва та позитивно впливати на економіку в цілому.

Вінницьку область вважають однією з потенційних територій України, яка ідеально підходить для виробництва екологічно чистої продукції. Його природні та соціальні особливості (переважання сільських жителів над міськими)

сприяють розвитку агропромислового комплексу та використанню в ньому передових технологій, виробництву екологічно чистої продукції, зменшенню впливу на природу та відновлення екологічної рівноваги в біосферному регіоні.

Лідерами молочної галузі Вінницької області є такі підприємства, як ПАТ «Літинський молокозавод», ПАТ «Вінницький молокозавод «Рошен», Тульчинська філія ТОВ «Інтер Фуд», ТОВ «Люстдорф» [4]. Усі вони розробили та впровадили системи управління якістю, що відповідають вимогам ДСТУ ISO 9001-2009 «Системи управління якістю. Вимоги» та системи управління безпечністю харчових продуктів за принципом НАССР (ДСТУ 4161-2003 «Системи управління безпечністю харчових продуктів».

Загалом, в Україні у 2023 році (2375,46 тис. тонн) із загального обсягу молока, яке було перероблено, лише 14,64% було сортом «Екстра» і 30,65% — вищим. Через низьку якість молочної сировини частина переробних підприємств не може бути затверджена міжнародним комітетом з експорту молочної продукції, решта молочної сировини, а це 54,71%, не вважається придатною для переробки.

Відповідно до ДСТУ 3662-97 "Молоко коров'яче незбиране. Закупівельні вимоги" з усієї молочної сировини, що надійшла на переробку від підприємств Вінницької області у 2023 році, було утилізовано лише 12,55% сорту "екстра", що становить переробку Європейські стандарти (табл. 1). Решта категорій якості молока визнаються недостатніми для переробки [5].

Таблиця 1

Якість коров'ячого незбираного молока, купленого переробними підприємствами у підприємств та у населення за ДСТУ 3662-97 в Україні та у Вінницькій області у 2023 році

Підприємства України	Підприємства Вінницької області	% від загального обсягу (Україна)	Населення України	Населення Вінницької області	% від загального обсягу (Україна)
Маса молока коров'ячого сирого	403,063	16.97	1161395	183,933	15,84
Загальна маса охолодженого молока коров'ячого до 10° С	186,666	10.61	489,386	114,585	2341
Масова частка у молоці коров'ячому сирому, %					
- жир	3.60	100.000	3.51	3.47	98,86
- білок	3.08	100.65	2.93	2.94	100,86
Маса молока коров'ячого сирого за базовою жирністю	427,327	17.01	1,197,736	187,748	15,34
Розподіл за гатунками:					

Продовження таблиці 1

- Екстра	53,623	14.64	-	-	-
- Вищий гатунок	282,896	30.65	-	-	-
- I гатунок	86,014	8.15	107,758	5,152	4,78
- II гатунок	4,114	2.57	1,028,219	180,592	17,56
- Негатункове	680	10.71	61,082	1,951	3,19

Зниження собівартості виробництва молока та підвищення вимог до його якості потребує невідкладного впровадження нових технічних засобів та модернізації існуючих. Застарілі суб'єктивно-візуальні, інтуїтивно-логічні та евристичні методи контролю та управління технологічними та виробничими процесами не дозволяють забезпечити високу економічну ефективність виробництва та використати усі його потенційні можливості. Як свідчить закордонний досвід, необхідна принципова зміна організаційно-технічних та технологічних форм управління та підходів до виробництва молока [6].

Сьогодні виробники молока працюють в суворих економічних умовах. Це пояснюється низькою платоспроможністю населення та зростанням собівартості сировини.

Підвищення ефективності та конкурентоспроможності виробництва і переробки молока передбачає зміну засад державної політики щодо ціноутворення та регулювання взаємодії між виробниками і переробниками [7].

Щоб вітчизняні виробники мали можливість конкурувати з міжнародними компаніями, необхідно внести конкретні зміни:

- сприяти державній підтримці виробників молока з метою підвищення якості сировини, що призведе до створення ефективної системи субсидій та податкових пільг для цих виробників;

- розробити та впровадити спеціалізовані приміщення для зберігання молока та регулювання його якості з використанням сучасних або нещодавно розроблених методів доїння та охолодження для підвищення якості молочної сировини;

- провести процедуру розпізнавання та документування ВРХ, що відповідає б вимогам європейського ринку;

- створювати кооперативи та об'єднання домогосподарств з метою підвищення якості поставок молочної продукції;

- заохочувати екологічно чисте виробництво молочних продуктів, щоб принести користь навколишньому середовищу та підвищити міжнародний авторитет України [8].

Висновок. Молокопереробна галузь є традиційною як у Вінницькій, так і в інших областях України, тому її дослідження та аналіз тенденцій розвитку ринку, визначення проблем виробництва та переробки молока і пошук шляхів їх вирішення є важливим та актуальним питанням для нашого регіону.

Сучасний стан виробництва молока у Вінницькій області підтверджує, що для зниження собівартості виробництва та підвищення вимог до його якості існує гостра потреба у невідкладному впровадженні нових технічних та

технологічних засобів та модернізації вже існуючих, а також введення підтримки вітчизняних виробників з боку держави.

Застарілі методи контролю та управління технологічними та виробничими процесами отримання молока не дозволяють забезпечити високу економічну ефективність виробництва та використовувати усі його потенційні можливості. Тому процес введення змін в організаційно-технічні та технологічні форми управління та підходи до виробництва молока є перспективним для молочної галузі не тільки в межах Вінницької області, а й всієї країни.

Список використаної літератури

1. Антощенкова В., Кравченко Я. Сучасні тенденції виробництва та споживання молока в світі в умовах глобалізації. Економічний аналіз, т. 32, № 2. С. 7–14.

2. Кулаков П.І. Пристрій підрахунку порцій молока з функцією контролю наявності води в молоці, В.Ю. Кучерук, П.І. Кулаков, Т.В. Гнесь, С.В. Савенко // Вісник інженерної академії України. – 2013. – № 1. – С. 56-59.

3. Величко А. Є., Кухарук Р. М., Маслоva І. В., Пухлякова М. В. (2021). Стан та перспективи розвитку ринку молока та молочних продуктів України. Агросвіт, № 16. С. 62–68

4. Власенко І. Ринок молока у Вінницькій області: тенденції розвитку / І. Власенко, Ів. Власенко, В. Клименко // Товари і ринки. – 2016. – № 1. – С. 48-58.

5. Козаченко Л.А. Сучасний стан та передумови виникнення кризи на підприємствах молокопереробної промисловості України / Л.А. Козаченко, Ю.Ю. Чебан // Електронне наукове видання з економічних наук «Modern Economics» – Миколаїв, 2017. – С. 25-29.

6. Кулаков П.І. Елементи теорії вимірювального контролю параметрів біотехнічної системи доїння. Монографія. – 2015. – С. 7-8.

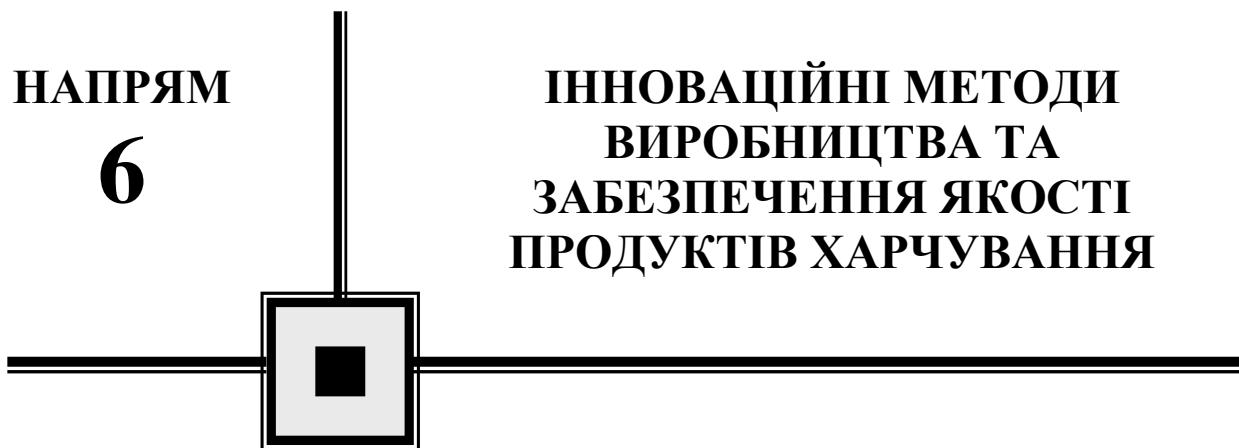
7. Ціхановська В.М. Стан та перспективи розвитку ринку молока та молочних продуктів України / В.М. Ціхановська. // Економіка. Управління. Інновації. Серія: Економічні науки. – 2016. – №1.

8. Шевченко А. В., Табачук Н. О. (2019). Сучасний стан ринку молочної продукції та забезпечення її якості в умовах євроінтеграції України. Науковий вісник Ужгородського нац. університету, Вип. 27, част. 2. С. 101–107.

НАПРЯМ

6

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ВИРОБНИЦТВА ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ



Дмитро ДАЩЕНКО¹,
студент 4 курсу,
факультет технології виробництва,
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

МІКРОБІОЛОГІЯ СМЕТАНИ

Анотація. Сметану широко використовують для безпосереднього вживання в їжу та у кулінарії. Серед інших кисломолочних продуктів сметана відрізняється високими харчовими якостями. Завдяки змінам, що відбуваються з білковою частиною сметани в процесі сквашування, вона засвоюється організмом людини швидше та легше, ніж вершки відповідної жирності. У сметані містяться всі вітаміни, що є у молоці, причому жиророзчинних вітамінів - у декілька разів більше. В процесі сквашування вершків деякі молочнокислі бактерії спроможні синтезувати вітаміни групи B, а утворена молочна кислота надає сметані дієтичних властивостей.

Завдяки цьому сметана широко використовується у лікувальному харчуванні: її призначають хворим на недокрів'я та людям з порушеннями функції органів травлення, а значна кількість лецитину в продукті попереджує розвиток атеросклерозу.

Ключові слова: кисломолочні продукти, закваски, пробіотики, пребіотики, ферментовані продукти.

Annotation. Sour cream is widely used for direct consumption in food and cooking. Among other fermented milk products, sour cream has high nutritional qualities. Due to the changes that occur with the protein part of sour cream during the fermentation process, it is absorbed by the human body faster and easier than cream of the corresponding fat content. Sour cream contains all the vitamins found in milk, and fat-soluble vitamins are several times more. During the fermentation of

¹Науковий керівник: Соломон А.М., кандидат технічних наук, доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій ВНАУ.

cream, some lactic acid bacteria are able to synthesize B vitamins, and the lactic acid formed gives sour cream dietary properties.

Thanks to this, sour cream is widely used in medical nutrition: it is prescribed to patients with anemia and people with disorders of the digestive organs, and a significant amount of lecithin in the product prevents the development of atherosclerosis

Key words: *fermented milk products, leavens, probiotics, prebiotics, fermented products.*

Вступ. Мікробіологія сметани є важливою галуззю досліджень, оскільки сметана є продуктом, який швидко псується через ріст мікроорганізмів. Основні аспекти мікробіології сметани включають в себе дослідження мікробіологічних процесів у виробництві сметани, вивчення впливу мікроорганізмів на якість та тривалість зберігання сметани, а також контроль за мікробіологічними показниками якості сметани.

Під час виробництва сметани, подібно до виробництва масла, можуть використовуватися мікроорганізми, які впливають на характеристики продукту. Наприклад, деякі мікроорганізми можуть допомагати у ферментації молочних продуктів, що може вплинути на смак, аромат та текстуру сметани. Однак, важливо також контролювати наявність шкідливих мікроорганізмів, які можуть забруднювати сметану та робити її непридатною для споживання.

З погляду споживача, мікробіологічні аналізи сметани включають в себе перевірку наявності патогенних бактерій, таких як *Salmonella* або *Listeria monocytogenes*, які можуть становити загрозу для здоров'я. Також важливо визначати загальну кількість бактерій та плісняви, оскільки їх присутність може свідчити про недостатню гігієну під час виробництва або зберігання сметани.

Отже, мікробіологія сметани включає в себе як вивчення мікробних процесів у виробництві, так і контроль якості та безпеки продукту для споживання.

Метою роботи було оцінити безпечність та якість сметани, різних виробників та з різною масовою часткою жиру. Дослідити органолептичні властивості сметани та зробити висновки.

Виклад основного матеріалу. Сметана - це популярний молочний продукт, який виготовляється з вершків та має широке застосування в кулінарії. Мікробіологія сметани - це галузь досліджень, яка вивчає вплив мікроорганізмів на якість та безпеку цього продукту. У цьому рефераті розглянемо основні аспекти мікробіології сметани та її важливість для промислового виробництва та споживачів.

Одним з ключових аспектів мікробіології сметани є контроль за мікроорганізмами, які можуть присутні у продукті. Це включає в себе виявлення та визначення кількості бактерій, плісняв та дріжджів, що можуть бути присутніми у сметані. Певні мікроорганізми можуть спричиняти процеси розкладу, що призводить до зміни смакових якостей та безпеки для споживання.

Процес виготовлення сметани зазвичай включає ферментацію вершків, щоб досягти бажаної консистенції та смакових характеристик. Деякі мікроорганізми, такі як бактерії молочної кислоти, можуть бути використані для цього процесу. Вони сприяють ферментації лактози до молочної кислоти, що впливає на текстуру та смак сметани.

Важливою складовою мікробіології сметани є вивчення впливу мікроорганізмів на тривалість зберігання та безпеку продукту. Деякі мікроорганізми можуть призвести до прискореного псування сметани, що робить її непридатною для споживання.

Мікробіологічні аналізи сметани є важливим етапом контролю якості та безпеки продукту. Вони включають в себе виявлення патогенних мікроорганізмів, таких як *Salmonella* або *Listeria monocytogenes*, які можуть становити загрозу для здоров'я споживачів [1].

Технологія всіх видів сметани майже однакова, відмінності в основному у вмісті жиру, смаку і консистенції. Технологічний процес виготовлення сметани включає наступні операції: приймання молока; підготовка сировини; сепарування молока; нормалізація, пастеризація, гомогенізація, охолодження, заквашування и сквашування вершків; охолодження, дозрівання, розфасовка, упакування, зберігання та транспортування сметани. Молоко, що направляється на виготовлення сметани, повинно бути біологічно повноцінним – тобто, не містити інгібуючих речовин, з високим вмістом білка (бажано 3%) та СЗМЗ – не нижче 8,0 %, бути термостійким, без сторонніх присмаків та запахів.

Необхідно періодично контролювати вміст СЗМЗ у вершках, призначених для виготовлення сметани. Тільки в такому випадку в готовому продукті буде забезпечена хороша консистенція. Важливо звертати увагу на мікробіологічні показники сировини та термін її зберігання до переробки, оскільки тривала витримка молока в охоложеному стані перед виготовленням сметани приводить до збільшення в молоці термостійкої мікрофлори, яка впливає на білок молока та сприяє дестабілізації. При тривалому зберіганні молока до переробки навіть в охоложеному стані (12 годин і більше) кількість термостійкої та спорової мікрофлори в сметані збільшується до 10 разів. Під впливом продуктів життєдіяльності мікроорганізмів знижується стабільність білкової фази молока. В результаті в готовому продукті появляється крупка. Крім того, при пастеризації ці мікроорганізми не інактивуються, сквашування продукту відбувається з участю сторонньої мікрофлори і це призводить до появи в готовому продукті небажаних присмаків [2].

Не потрібно виділяти на виробництво сметани молоко за залишковим принципом. Тобто, оскільки це продукт з високим вмістом жиру, то на сепарування направляти молоко з підвищеною кислотністю. Вершки, отримані при сепаруванні такого молока, містять нетермостійкий білок, який частково денатурує при пастеризації і в процесі сквашування являється центром для утворення білкової крупки та провокує відділення сироватки. Підвищена кислотність молока, що направляється на сепарування, і, відповідно, отриманих з нього вершків, являється основною причиною крупинчастості сметани.

Особливо необхідно слідкувати за якістю вершків у літній період. Підвищена температура повітря сприяє швидкому зростанню кислотності вершків та приводить до отримання готового продукту з вадами консистенції. Молоко з високою бактеріальною забрудненістю та наявністю шкідливої і патогенної мікрофлори непридатне для виробництва високоякісних молочних продуктів. У такому молоці швидко підвищується кислотність, воно стає непридатним до технологічної переробки, мікрофлора руйнує біологічно цінні речовини молока, в тому числі жир і білок, що псує смак, запах та консистенцію молочних продуктів. Вміст у молоці соматичних клітин підтверджує наявність у ньому домішок аномального молока, в тому числі одержаного від корів, хворих на мастит. Таке молоко погано зсідається, згусток стає розірваним, що призводить до втрат жиру і білків. Термостійкість молока є важливою технологічною властивістю, яка характеризує його придатність до високої температури обробки. Вона зумовлена в основному його кислотністю та сольовим балансом. При підвищенні кислотності молока внаслідок життєдіяльності молочнокислих бактерій знижується його термостійкість. Вона також залежить від рівноваги між катіонами (кальцій, магній та ін.) і аніонами (цитрати, фосфати). Надлишок тих чи інших порушує сольову рівновагу біологічної рідини, що може призвести до коагуляції білків. Період оптимального зсідання молока (за часом) сичужним ферментом повинен бути в межах 40 хв. На тривалість сичужногозсідання та густину згустку впливають рН та концентрація іонів у молоці [3].

При зниженні показника рН коагуляція молока прискорюється, а густина згустку зростає. Найкраще білки зсідаються при концентрації хлориду кальцію, яка становить 142 мг/л. Сичужна коагуляція білків залежить від складу фракції казеїну. При виробництві сметани використовують молоко тільки I сорту з мінімальною кількістю молочнокислої мікрофлори (до 200 тис. клітин в 1 мл). Молоко, придатне для виробництва молочних продуктів, повинне бути вільним від маслянокислих, гнильних та інших шкідливих і хвороботворних мікроорганізмів. Одним із важливих показників гігієнічної якості є відсутність у ньому антибіотиків, лікарських засобів, пестицидів, добрив тощо. Наявність антибіотиків та інших шкідливих речовин у молоці призводить до порушення процесу його сквашування, появи вад готового продукту, у зв'язку з чим виникає потреба суворого державного контролю за наявністю антибіотиків та інших інгібіторів у молоці. Сепарування молока. Важливо процес сепарування молока та отримання вершків проводити в максимально стислі строки. Технологія виробництва сметани в більшості випадків передбачає підігрів сирого молока до температури 40-45⁰С та сепарування з отриманням вершків з масовою часткою жиру, максимально близькою до жирності сметани [4].

Вершки накопичуються поступово. Оскільки зараз сметану випускають у невеликій кількості, то часто пастеризацію вершків проводять по завершенні сепарування, тобто після отримання необхідної кількості сировини. Якщо при цьому вершки до пастеризації не охолоджуються або охолоджуються в ємкості за рахунок холодоагента міжстінного простору (тобто повільно по мірі

накопичення), то відбувається часткова втрата їх термостійкості, що в подальшому проявляється в появі крупки в продукті. Тому для попередження формування такої вади у сметані за рахунок зниження термостійкості вершків необхідно їх охолоджувати відразу. Існують також технології, які передбачають проведення сепарування охолодженого молока (без підігріву) або пастеризованого молока. Практика отримання вершків з високим вмістом жиру (значно вищим за жирність сметани) та нормалізації великою кількістю незбираного молока небажана, оскільки при цьому білкова частина молока відділяється і в процесі сквашування таких нормалізованих вершків утворюються центри білкової крупки. Для нормалізації рекомендовано краще використовувати маслянку або знежирене молоко. Ще раз слід підкреслити, що найкраще отримувати вершки з масовою часткою жиру ідентичною жирності сметани. Сметана готується із вершків шляхом заквашування чистими культурами молочнокислих бактерій і відрізняється від простокваші більш високим вмістом жиру и особливим станом її складових частин. Склад сметани залежить виключно від складу вершків і ступеню зброджування молочного цукру. У створенні структури продукту беруть участь молочний жир та білки. Головна роль відводиться жиру, який в результаті застигання і кристалізації підвищує міцність структури і в'язкість сметани. Додатково структуру стабілізують жирові скупчення, які утворюються під час охолодження. Казеїн і сироваткові білки, які знаходяться в плазмі сметани та на оболонках жирових кульок і здатні зв'язувати вологу, покращують консистенцію продукту [5].

При виробництві сметани протікають не тільки процеси бродіння молочного цукру і коагуляція казеїну, які залежать від режимів пастеризації, гомогенізації і сквашування вершків, але й процеси формування та зміцнення структури жирової фази, які визначаються режимами гомогенізації та швидкістю охолодження продукту. Послідовність операцій пастеризації та гомогенізації залежить від якості вершків. Якщо вершки та молоко, з якого отримували їх, термостійкі, то доцільно гомогенізацію проводити до пастеризації, оскільки це забезпечує значно кращі мікробіологічні показники готового продукту. Якщо ж молоко та вершки нетермостійкі (основний варіант сировини), то гомогенізацією необхідно завершувати пастеризацію. При виробництві сметани, як правило, вершки рекомендується гомогенізувати по завершенні пастеризації. Така черговість обумовлена тим, що вершки містять не тільки жирову, але й білкову частину. В процесі гомогенізації знижується стабільність білкової фази. Як наслідок, при пастеризації вже гомогенізованих вершків в них можуть виникнути незначні невидимі пластівці, які в готовому продукті спричиняють появу крупинчастої консистенції [6].

Пастеризація. Температуру пастеризації слід витримувати у відповідності до рекомендацій технологічною інструкцією. В основному, це два режими 85-87⁰С з витримкою до 10 хвилин та 90-95⁰С з витримкою від 20 секунд до 5 хвилин. Вибраний на підприємстві режим залежить від якості сировини. Перевагу віддають більш низькій температурі з тривалою експозицією, оскільки витримка більш згубно впливає на мікрофлору, ніж короткочасне

підвищення температури. Крім того, при цьому режимі підвищується в'язкість вершків, покращується смак та консистенція сметани. Однак, при використанні на виробництво сметани несвіжих вершків зі значною нетерmostійкістю температура пастеризації має бути знижена до 84-86⁰С. Якщо ж на виготовлення сметани йде сировина з сторонніми кормовими запахами та присмаками, то температуру підвищують (по можливості) для усунення цих вад в готовому продукті. Пастеризація вершків при підвищених температурах (інколи в межах 96-100⁰С) не завжди доцільна. З однієї сторони маємо позитивний результат – виражений присмак пастеризації, покращення санітарногігієнічних показників, ліквідація деяких кормових присмаків. З іншої - використання таких жорстких режимів пастеризації може призводити до дестабілізації жирової емульсії, утворення жорсткого згустку. В результаті дестабілізації емульсії в сметані появляється жирова крупка. Наслідком утворення грубого згустку є відділення сироватки в процесі зберігання сметани. Пастеризація вершків має бути однократна. Багаторазова обробка, перекачування вершків насосом приводить до зниження СЗМЗ в них, втрати ароматоутворюючих речовин, збільшення дестабілізації білків та вільного жиру в продукті і, як наслідок, викликає вади смаку та консистенції продукту (рідка консистенція, невиражений смак). Передбачені при виробництві сметани режими пастеризації вершків забезпечують інактивацію мікрофлори, ферментів, зокрема ліпази та відіграють велику роль у поліпшенні консистенції сметани та її синергетичних властивостей. За рахунок підвищених режимів теплової обробки відбувається денатурація сироваткових білків, згусток утворюється за рахунок казеїну та альбуміну і глобуліну.

Причому казеїн більш активно зв'язує вологу, краще набухає. Денатуровані сироваткові білки при утворенні згустку коагулюють разом з казеїном і беруть участь в утворенні більш тривкого згустку з уповільненим відділенням сироватки [7].

Гомогенізація. Гомогенізація впливає не тільки на жирові кульки вершків, але й змінює білкову частину. Відбувається диспергування не тільки жирових кульок, але й білкової частини вершків, що в подальшому впливає на консистенцію готового продукту, формування в ньому вад. Режим гомогенізації необхідно вибирати з врахуванням якості сировини (свіжості і терmostійкості) та сезону року. Рекомендована температура гомогенізації 60-70⁰С. Рекомендований тиск при одноступінчастій гомогенізації в залежності від масової долі жиру в сметані має відповідати величинам, наведеним нижче. З підвищенням вмісту жиру в сметані тиск гомогенізації знижується. Не потрібно прагнути до використання занадто високих режимів гомогенізації, оскільки на перших порах у вершках за рахунок високого тиску утворюється надлишково густа та щільна консистенція, але після сквашування таких вершків згусток сметани нестійкий до механічного впливу та температурних коливань. В такому згустку погано утримується сироватка, він має знижені тискотропні властивості. Надмірна в'язкість вершків після гомогенізації зумовлює одержання в сметані рихлої консистенції з грудочками жиру, втрату

глянсуватості. Необхідно звертати увагу також на жирнокислотний склад вершків, який змінюється в залежності від сезону року. В зимовий період в молоці більше насичених жирних кислот, які утворюють у вершках більш в'язку консистенцію. Відповідно на цей час тиск гомогенізації вершків необхідно знижувати для усунення появи жирової крупки. Потрібно ще раз зауважити, що при використанні сировини зі зниженою термостійкістю і отриманні в готовому продукті вади – крупка - гомогенізація повинна бути завершуючою операцією після пастеризації, незважаючи на погіршення при цьому санітарно-гігієнічних показників. Для покращення санітарії необхідно посилити контроль за якістю миття та дезінфекції обладнання, особливо гомогенізатора [7].

На підприємстві за результатами мікробіологічних досліджень сметани та аналізом її органолептичних показників повинні вирішити для себе, що для них важливіше – покращення мікробіології готового продукту чи досягнення більш стабільної консистенції і відповідно приймати ту чи іншу послідовність технологічних операцій. Це в тому випадку, якщо позитивний результат буде отриманий. Зазвичай, при відсутності на підприємстві гомогенізатора рекомендують піддавати вершки перед сквашуванням визріванню. Для покращення консистенції сметани можна одночасно з гомогенізацією використовувати фізичне визрівання вершків. В разі використання стабілізаторів структури питання про консистенцію продукту вирішується окремо. Для сквашування вершків використовують різні препарати. Якість бакпрепаратів регламентується супроводжуваними їх документами. Необхідно слідкувати за дотриманням цих показників. Особливо це стосується активності.

Необхідно зазначити, що підвищення температури сквашування забезпечує інтенсифікацію процесу ферментації. Однак, при використанні підвищених температур, по-перше, існує загроза переквашування продукту; по-друге, сквашування відбувається в основному за рахунок кислотоутворюючих мікробів закваски, а ароматоутворюючі не встигають розвинути і сметана має невиражений, неароматний, лише кислий смак; по-третє, згусток при прискореному сквашуванні характеризується більш щільною, грубою консистенцією, яка може відділяти сироватку при зберіганні, має низькі тиксотропні властивості (спроможність до відновлення структури по закінченню сквашування після розфасовки в тару) та в ньому формується рідка консистенція; по-четверте, перемішування такого «жорсткого» згустку може приводити до нерівномірної консистенції та утворення крупки і комковатості; по-п'яте, при підвищених температурах більш енергійно розвивається стороння мікрофлора, особливо термостійка паличка та спорові, і згортання вершків відбувається частково за рахунок цієї шкідливої мікрофлори, в результаті формуються вади сметани [6].

Охолодження і визрівання сметани здійснюється при 1-8 °С на протязі 6-48 годин. Термін визрівання сметани залежить від швидкості охолодження продукту, який визначається видом пакування. В процесі визрівання формується і зміцнюється структура продукту. Структура сметани містить ще

невелику кількість тиксотропних зв'язків, які самостійно відновлюються після механічної дії. Тому в цей період особливо важливо залишити сметану «в спокої». Швидке охолодження сквашеної сметани до температури 2-4 °С, забезпечує кристалізацію значної частини молочного жиру, а витримка при цій температурі на протязі 18 годин - набухання колоїдів. При температурі 2-4 °С максимум гідратації білків настає через 18 годин, після чого ступінь набухання зменшується. Термін охолодження та дозрівання сметани можна зменшити, якщо попередньо охолодити вершки до 2-6 °С перед сквашуванням і витримці їх при цій температурі 1-3 год. На підприємствах, базах і в торговельній мережі дозволяється зберігати сметану не більш 72 годин, а на підприємствах громадського харчування - не більш 24 годин з часу випуску із підприємства [7].

Смак і запах усіх зразків були чистими, без сторонніх присмаків і запахів, що характерно для сметани.

Таблиця 1

Дослідження органолептичних властивостей сметани з різною масовою часткою жиру

Зразок	Смак і запах	Колір	Консистенція
Сметана вищого сорту, жирність 30 %	Чистий, кисломолочний, з вираженим смаком і ароматом, властивим пастеризованому продукту	Білий з кремовим відтінком, рівномірний за масою	Однорідна, в міру густа, без видимих частинок молочного жиру
Сметана «Особлива», жирність 20 %	Чистий, кисломолочний, з вираженим смаком і ароматом, властивим пастеризованому продукту. Допускається незначний смак топленого масла і слабка гіркота	Білий з кремовим відтінком, рівномірний за масою	Однорідна, в міру густа, без видимих частинок молочного жиру, допускається недостатньо густа, допускається наявність поодиноких пластівців білка і бульбашок повітря
Сметана дієтична, жирність 10 %	Чистий, кисломолочний, з вираженим смаком і ароматом, властивим пастеризованому продукту. Допускається слабо виражений кормовий смак	Білий з кремовим відтінком, рівномірний за масою	Однорідна, в міру густа, допускається недостатньо густа, злегка в'язка; для сметани 10% - наявність поодиноких пухирців повітря, незначна кількість крупинок

Висновки. Мікробіологія сметани та органолептична оцінка відіграють важливу роль у забезпеченні якості та безпеки цього молочного продукту. Дослідження у цій галузі сприяє розвитку ефективних методів виробництва, контролю якості та зберігання сметани, що дозволяє забезпечити споживачам безпечний та високоякісний продукт.

Список використаної літератури

1. Поліщук Г.Є., Грек О.В., Скорченко Т.А., Кочубей-Литвиненко О.В. Технологія молочних продуктів, НУХТ 2013, С. 240.

2. Грегірчак Н.М., Тетеріна С.М., Нечипор Т.М. Мікробіологія, санітарія і гігієна виробництв з основами НАССР: навч. посібн. К. НУХТ, 2018. С. 274.

3. Пирог Т.П., Решетняк Л.Р., Поводзинський В.М., Грегірчак Н.М. Мікробіологія харчових виробництв. За ред. Т. П. Пирог. Навчальний посібник. Вінниця: Нова книга, 2007. 464 с.

4. Гудзь С.П., Гнатуш С.О., Білінська І.С. Мікробіологія. Львів. Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка. 2009. 360 с.

5. Малигіна В.Д. Мікробіологія та фізіологія харчування. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів I-IV рівня акредитації. К.: Кондор, 2009. 242 с.

6. Коваленко В.О., Євлаш В.В., Чернова Л.О. Мікробіологія молока і молочних продуктів: навчальний посібник. Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. Харків: ХДУХТ, 2011. С. 136.

7. Грегірчак Н.М. Конспект лекцій з дисципліни «Мікробіологія». К. НУХТ, 2013. 144с.

Ірина МАРКОВСЬКА²,
студентка 3 курсу,
факультет технології виробництва, переробки
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ ЯЛОВИЧИНИ

***Анотація.** У статті розглянуто та викладено матеріал про харчовий продукт м'ясо – а саме, яловичину. Було досліджено хімічний склад м'яса його харчову цінність, к'ласифікацію та встановлено вікову залежність живої маси великої рогатої худоби від забійних показників.*

Хімічний склад м'яса дуже складний і залежить від виду тварини, віку, статі, вгодованості, рівня годівлі та інших факторів. В хімічний склад м'яса входять: вода, білки, жири і ліпоиди, вуглеводи, екстрактивні речовини, мінеральні речовини, вітаміни, ферменти і гормони.

Найважливішою складовою частиною м'язової тканини є білки. Вміст білків складає близько 20%; вода – 70–77%, решта речовини – 3–10%.

***Ключові слова:** туша, яловичина, м'ясо, якість, харчова цінність*

***Annotation.** The article examines and explains the material about the food product meat - namely, beef. The chemical composition of the meat, its nutritional*

²Науковий керівник: Новгородська Н.В., канд. с-г наук, доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій ВНАУ.

value, classification were investigated, and the age dependence of the live weight of cattle on the slaughter parameters was established.

The chemical composition of meat is very complex and depends on the type of animal, age, sex, fatness, level of feeding and other factors. The chemical composition of meat includes: water, proteins, fats and lipids, carbohydrates, extractive substances, minerals, vitamins, enzymes and hormones.

Proteins are the most important component of muscle tissue. The protein content is about 20%; water – 70–77%, the remaining substances – 3–10%.

Key words. *carcass, beef, meat, quality, nutritional value*

Вступ. У сучасних умовах ринкової економіки великого значення набуває виробництво та забезпечення населення конкурентоспроможною харчовою продукцією. Харчування є однією з найважливіших фізіологічних потреб людини, задоволення якої визначає стан здоров'я та якість життя. М'ясо та м'ясні продукти є ключовими продуктами харчування, оскільки вони є важливим джерелом білків, мінералів, жирів, вітамінів та інших поживних речовин. Ці компоненти мають оптимальне співвідношення, яке сприяє високій засвоюваності м'ясних продуктів організмом людини [1].

М'ясо – це сукупність м'язової, сполучної, кісткової та жирової тканин у природному співвідношенні з домішкою крові. Кожен вид тканин має свою харчову цінність, тому співвідношення цих компонентів впливає на якість м'яса. Білки є найважливішою складовою частиною м'яса. Організм людини використовує повноцінні, легкозасвоювані протеїни, які м'ясо містить, для побудови своїх тканин. Білки м'яса сприяють нормальному розвитку та обміну речовин в організмі людини, а також служать будівельним матеріалом для клітин, тканин і органів, а також для утворення ферментів та гормонів.

Мета роботи – вивчення функціональних властивостей м'яса зокрема яловичини, як джерела біологічно активних речовин.

Виклад основного матеріалу. У м'ясі міститься значна кількість вітамінів групи В та мінеральних речовин. Тому харчова цінність м'яса в першу чергу визначається тим, що воно містить повноцінний тваринний білок і жир. Тому він займає важливе місце в нашому раціоні.

Основним джерелом м'яса для населення є тваринництво, яке є важливою складовою частиною агропромислового комплексу України.

Однак, в останні роки тваринництво стало суцільною кризою для агропромислового комплексу, що суттєво вплинуло на виробничий і фінансовий стан господарств і їх здатність до подальшої господарської діяльності. Загальна ситуація на ринку, низькі ціни на продукцію призвели до збитковості тваринницької галузі, значного зменшення обсягів виробництва важливих і цінних продуктів харчування, зокрема м'яса.

Яловичина, отримана від забою дорослої великої рогатої худоби, за більшістю параметрів переважає телятину, отриману від забою телят – молочників. Відомо, що у процесі росту тварин збільшується їх маса, змінюється морфологічний і хімічний склад м'яса, фізико-хімічні та структурно-механічні властивості, а також органолептичні показники [2].

За спостереженнями, до 15-місячного віку приріст м'язової тканини відбувається значно інтенсивніше, ніж кісткової, що призводить до збільшення повном'ясності туші та вмісту підшкірного, міжм'язового і внутрім'язового жиру. Це призводить до збільшення вмісту жиру в м'ясі, що збільшує його енергетичну здатність і зменшує кількість вологи. З віком тварин також зростає вміст м'яса у туші: у 7 місяців – 77%, у 18 місяців – 80% і у 29 місяців – 81%.

Залежно від співвідношення основних м'ясних компонентів найкраща яловичина виходить від корів у віці від 12 до 18 місяців. Хімічний склад м'яса змінюється з віком тварини (табл. 1).

Таблиця 1

Хімічний склад м'яса яловичини в залежності від віку

Вік великої рогатої худоби, міс	Вода	Білок	Жир
7	75–77,5	20–21	1,8–4,3
12	70–73,5	20–21	4,5–6,9
18	69–71,6	19–20	6,7–10,7

У перші місяці м'ясна продуктивність телят найменша внаслідок швидкого розвитку внутрішніх органів. При відгодівлі у молодняку відкладається менше жиру, так як збільшення м'ясної маси відбувається за рахунок утворення і зростання нових м'язових волокон. У відповідному віці збільшується частка м'язів і жиру, зменшується відносна маса голови, кінцівок і внутрішніх органів, внаслідок чого підвищується забійна продуктивність.

Встановлено вікову залежність живої маси великої рогатої худоби від забійних показників (табл. 2).

Таблиця 2

Залежність живої маси великої рогатої худоби від забійних показників

Жива маса ,кг	Забійний вихід ,%	Жива маса ,кг	Забійний вихід ,%
200–250	52,7	402–450	59,7
252–300	55,6	451–500	59,9
301–350	56,6	502–550	60,8
352–400	57,6	552–600	63,6

Ці дані свідчать про те, що за хімічним складом, забійними показниками, а також за економічними показниками забій великої рогатої худоби на м'ясо краще проводити при досягненні тваринами високої маси і забій телятини на м'ясо небажаний. У м'ясі молочних телят міститься на 6,5–11% більше вологи, на 3,5–6,5% менше жиру, а знижений вихід м'яса може досягати 20%.

Яловичина містить більшу кількість глікогену, який відіграє важливу роль у процесі дозрівання м'яса, тому вона більш стійка в зберіганні, ніж телятина. Слід підкреслити, що через відсутність відгодівлі в нашій державі, як і в інших країнах, необхідно суттєво підвищити достатню живу масу худоби шляхом забою телят на молоко, потенційні можливості тварин використовуються не повністю. Виробництво таких тварин на м'ясо за

наявності кормів і приміщень недоцільно, оскільки господарство має можливість отримати додаткову кількість яловичини без значних витрат на одиницю продукції [3].

Висновки. Продовження інтенсивної відгодівлі молодняка великої рогатої худоби до високої живої маси є економічно ефективним способом збільшення виробництва яловичини. За співвідношенням основних компонентів м'яса та якості м'яса найкращий вік корів 12–18 місяців, але з огляду на економічну ефективність м'ясного вирощування молодняк після інтенсивного вирощування та відгодівлі забивають у віці 1,5 року.

Для підвищення якості м'яса, забійних показників, важливим резервом у тваринництві є використання біологічно активних речовин і особливо мінеральних елементів, у тому числі важливих мікроелементів (йод, мідь, кобальт, цинк, марганець, ферум, селен та інші).

Список використаної літератури

1. Ключковська М.В. М'ясна продуктивність і якість яловичини за підгодівлі бугайців хелатними сполуками мікроелементів і вітамінів. *Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини імені С.З. Гжицького*. 2004. Т. 6. № 3. Ч. 6. С. 103–112.

2. Разанова О.П., Голубенко Т.Л., Берник І.М., Новгородська Н.В, Соломон А.М. Біологічна цінність телятини, отриманої від бичків різного породного походження, вирощених за технологій молочного та м'ясного скотарства. *Вісник Сумського національного аграрного університету (Тваринництво)*. 2023. № 3 (54). С. 55–62.

3. Войцехівська Л., Франко О., Вербицький С., & Охрименко, Ю. Вплив фізико-хімічних властивостей яловичини на ефективність її ферментації. *Продовольчі ресурси*. 2022. № 10 (18). С. 19–29.

Ірина ВЛАСЮК³,
студентка 1 курсу,
факультет технології виробництва, переробки
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СИПКИХ ХАРЧОВИХ СУМІШЕЙ

Анотація. Стаття присвячена аналізу сучасного технологічного обладнання, яке використовується у виробництві сипких харчових сумішей. У

³Науковий керівник: Волинець Є.О. асистент кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві.

статті розглядаються основні параметри та характеристики сучасного обладнання, його переваги порівняно з традиційними методами виробництва. Аналізуються можливості оптимізації виробничих процесів та зменшення витрат завдяки використанню передового обладнання.

Ключові слова: змішування, технологічне обладнання, спеції, інтенсифікація, харчові суміші.

Annotation. The article is devoted to the analysis of modern technological equipment used in the production of bulk food mixtures. The article discusses the main parameters and characteristics of modern equipment, its advantages over traditional production methods. The article analyzes the possibilities of optimizing production processes and reducing costs through the use of advanced equipment.

Key words: mixing, processing equipment, spices, intensification, food mixtures.

Вступ. Виготовлення спецій на маленьких фабриках є вигідним, оскільки зменшуються витрати на транспортування і зберігання сировини, і використовуються ресурси більш ефективно.

Для змішування сипких продуктів найчастіше використовують два методи: гравітаційний та примусовий (механічний). Перший ґрунтується на дії сили тяжіння і використовується у барабанних, лоткових і бункерних змішувачах, другий застосовується у шнекових і лопатевих змішувачах. Досвід виробництва показує, що статичні методи не забезпечують однорідність суміші, не підвищують активність компонентів і призводять до зміни гранулометричного складу. Задовільна якість змішування досягається тільки при низькому рівні заповнення камери, що призводить до збільшення розмірів і маси змішувача.

Протягом останнього десятиріччя в Україні технологія змішування знаходить все більше застосувань у різних галузях, зокрема, у сфері харчової промисловості. Її використання дозволило суттєво покращити традиційні методи та розробити нові технологічні процеси і засоби для їх впровадження. Один з таких інноваційних підходів - коливальний режим переміщення частинок під час змішування, який забезпечує ефективне змішування та зниження внутрішньої в'язкості суміші, а отже, зменшує силу тертя. Тому в більшості сучасних технологій можна використовувати вібротехніку, оскільки ці машини є значно ефективнішими як з точки зору енергоефективності, так і часу обробки.

Актуальність обраної теми полягає у постійному розвитку технологій та пошуку оптимальних рішень для покращення процесів виробництва сухих харчових сумішей з точки зору якості, безпеки та ефективності виробництва.

Виклад основного матеріалу. Змішування проводиться за допомогою різноманітних змішувачів, що відрізняються як за конструктивними особливостями, так і за типами взаємодії робочих елементів з сировиною (рис. 1).

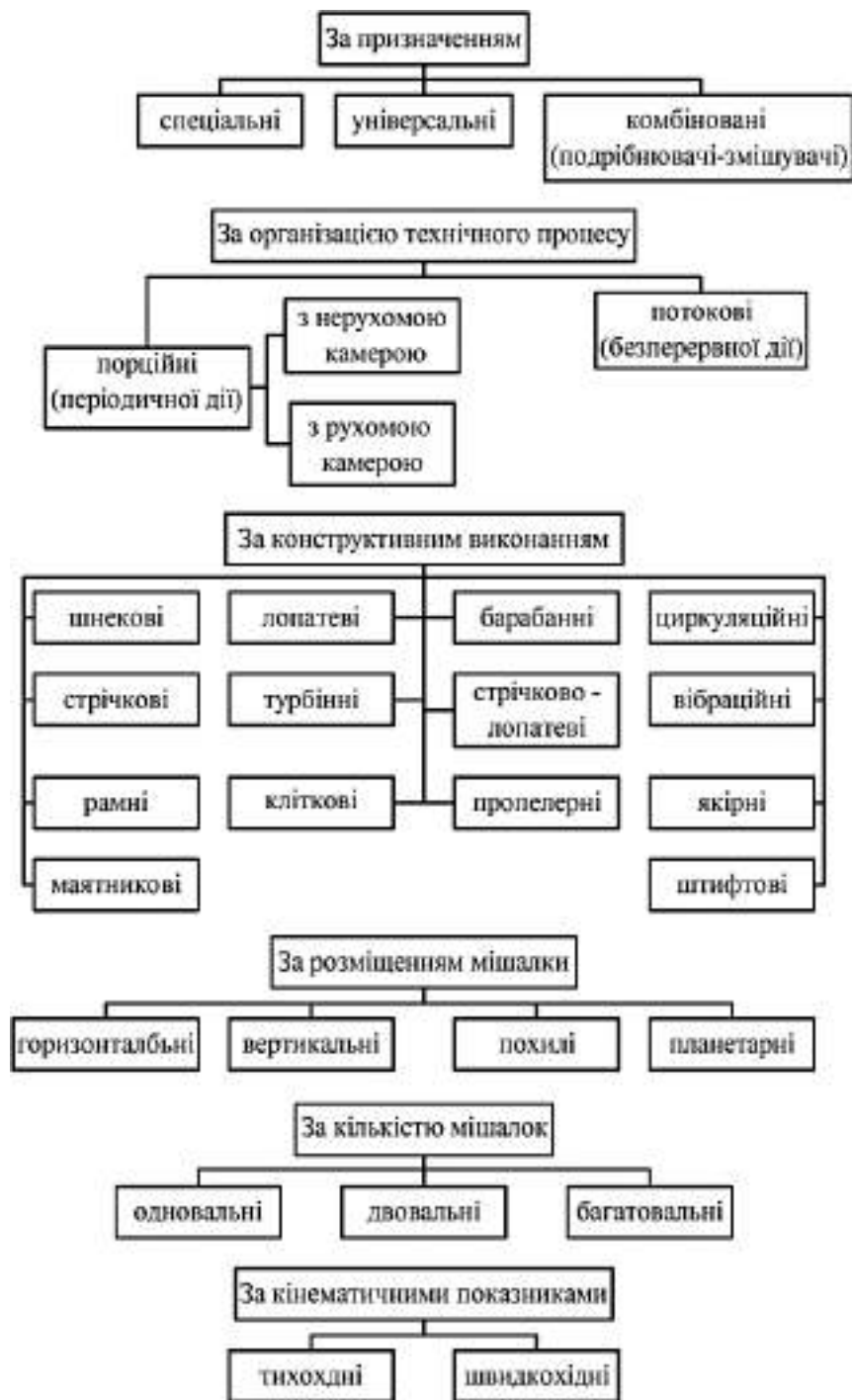


Рис. 1. Класифікація змішувачів сухих харчових сумішей

Виробництво спецій - це складний процес, який включає багато чинників, і ключовою операцією є змішування. Проте на невеликих виробництвах існуючі технічні засоби не завжди забезпечують достатньо якісного і однорідного змішування на рівні мікрооб'ємів. Для виробництва таких сумішей вважається, що достатньо досягнути однорідності на рівні 90-95%.

На українському ринку спецій можна знайти як вітчизняні, так і імпортовані товари. Вітчизняні спеції користуються попитом серед населення через їхню більш доступну ціну. Щодо імпортованих спецій, вони постачаються з Китаю, Грузії та Індії. Крім того, на український ринок

надходять чорний перець з В'єтнаму, лавровий лист з Туреччини та гвоздика з Мадагаскару.

Зараз спостерігається збільшена зацікавленість населення у спеціях, що відкриває хороші перспективи для їх виробництва [2].

Базова технологічна лінія по виробництву харчових сумішей (спецій) зображена на рис. 2 [3].

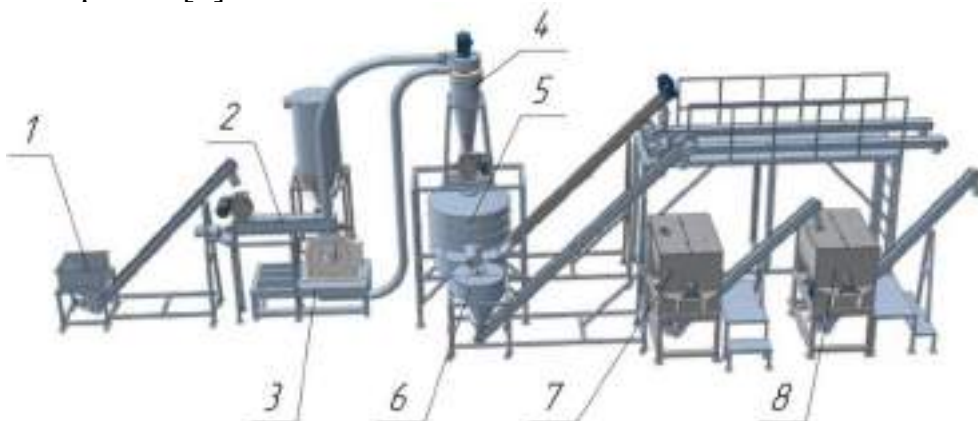


Рис. 2. Технологічна лінія виробництва спецій: 1 - бункер завантажувальний; 2, 6 - шнековий транспортер; 3 - млин; 4 - циклон; 5 - вібросепаратор з фільтром; 7, 8 - стрічковий змішувач

В більшості технологічних процесів змішування має місце використання обертових барабанних змішувачів і змішувачів з обертовими робочими органами – лопатевими, шнековими, рамковими та ін.

Обертний конусний змішувач (рис. 3) Ємність для змішування та внутрішній вал з робочими органами обертаються в протилежних напрямках, що забезпечує високу ефективність та однорідністю (рис. 4). Оснащений цифровим таймером для зручності використання. Даний змішувач підходить для середнього або невеликого обсягу виробництва у біотехнологічній, фармацевтичній та харчовій промисловості.



Рис. 3. Обертний конусний змішувач

Змішування суміші в таких апаратах обумовлюється конвективними (циркуляційними) і дифузійними процесами. Перші виникають внаслідок загального руху всієї маси завантаження (макропроцеси), другі – забезпечуються в результаті відносного руху частинок середовища, що впливає на зміну сил тертя і зчеплення між частинками (мікропроцеси).



Рис. 4. Вал та робочі органи конусного змішувача

Горизонтальний стрічковий змішувач (рис. 5) являє з себе коритоподібну посудину, всередині якої обертається вал з двома стрічками конструкції типу "S" (рис. 6). Навивки стрічок спрямовані в протилежні сторони для нейтралізації транспортуючих явищ. В результаті чого відбувається інтенсивне і рівномірне змішування. Для підвищення якості змішування передбачений реверс обертання вала. Вивантаження змішаного продукту проводиться при працюючому змішувачі і може здійснюватися як з середини так і з торця змішувача. Всі деталі (корпус змішувача, вал, шнек), що контактують з харчовими продуктами, виготовлені з нержавіючої сталі AISI-304 [5].



Рис. 5. Змішувачі з обертовими робочими органами



Рис. 6. Вал з двома стрічками конструкції типу "S"

Стрічковий вертикальний змішувач використовується для змішування сипких харчових продуктів. В залежності від конструкції вони бувають одновальні (рис.7) двохвальні (рис.8) та багатовальні. Змішувач являє собою вертикальний бункер, всередині якого встановлений вал який ініціює тривимірний потік, створюючи гвинтовий рух вгору по периферії і потік вниз у центрі. Приводиться в рух зверху, використовуючи лише один або два підшипника відповідно.



Рис. 7. Вертикальний одновальний стрічковий змішувач та схема циркуляції продукту



Рис. 8. Вертикальний двохвальний стрічковий змішувач та схема циркуляції продукту

Висновки. Сучасне технологічне обладнання для змішування значно підвищує ефективність та якість виробництва сипких харчових сумішей порівняно з традиційними методами. Сприяє підвищенню безпеки та стабільної якості харчових продуктів шляхом автоматизації контролю за процесами виробництва.

Наявність інноваційного обладнання може сприяти розвитку нових продуктів та формуванню конкурентних переваг для підприємств харчової промисловості.

Список використаної літератури

1. Цуркан О.В., Полевода Ю.А., Волинець Є.О., Походай М.В. Особливості конструкції комбінованого змішувача для переробних і харчових виробництв. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2016. № 1 (81). С. 149–154.

2. Полевода Ю.А., Волинець Є.О. Аналіз розвитку технологічного обладнання для виробництва харчових сумішей. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 4 (111). С. 72–79. DOI: 10.37128/2520-6168-2020-4-8

3. Полевода Ю.А., Волинець Є.О. Дослідження віброреологічних моделей шару сипкого середовища. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021. № 1 (112). С. 60–69. DOI: 10.37128/2520-6168-2021-1-8

4. Mill powder tech solutions. *The Taiwan Leading Brand in Powder Technology* : веб-сайт. URL: <https://www.mill.com.tw/en/application/Spice/3-4.html> (дата звернення 20.10.2020).

5. Берник П.С., Стоцько З.А., Паламарчук І.П. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового. Київ, 2008. 336 с.

6. Mixers and Blenders. *Grinding & Mixing Solutions* : веб-сайт. URL: <https://www.mill.com.tw/en/category/Mixers-Blenders/mixers-blenders.html> (дата звернення (15.10.2020)).

7. Mixers and dryers Amixon. *Innovation and unique solutions* : веб-сайт. URL: <https://www.amixon.com/en/products/mixers-overview> (дата звернення 20.10.2020).

Світлана РЕЗНІК⁴,

студентка 4 курсу,

факультет технології виробництва, переробки

та робототехніки у тваринництві,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ РЯЖАНКИ І РОЛЬ МІКРООРГАНІЗМІВ У ПРОЦЕСІ ФЕРМЕНТАЦІЇ

Анотація. Ряжанка є популярним напоєм у багатьох країнах, особливо в Східній Європі та країнах колишнього Радянського Союзу. Вона часто вживається як самостійний напій або використовується для приготування

⁴Науковий керівник: Соломон А.М., кандидат технічних наук, доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій ВНАУ.

різноманітних страв і напоїв. Ряжанка містить велику кількість корисних мікроорганізмів, які сприяють нормальному функціонуванню шлунково-кишкового тракту та підтримці імунної системи. Вона також є джерелом вітамінів і мінералів, таких як кальцій і вітаміни групи B. У статті розглядається технологія виготовлення та роль мікроорганізмів, таких як *Lactobacillus bulgaricus* і *Streptococcus thermophilus*, у процесі ферментації ряжанки. Дослідження показує, що ці бактерії виробляють молочну кислоту, що призводить до утворення кислого середовища, сприятливого для росту корисних мікроорганізмів і формування характерних властивостей ряжанки.

Ключові слова: кисломолочні продукти, закваски, пробіотики, пребіотики, ферментовані продукти.

Annotation. Ryazanka is a popular drink in many countries, especially in Eastern Europe and the countries of the former Soviet Union. It is often used as an independent drink or used to prepare various dishes and drinks. Ryazanka contains a large number of useful microorganisms that contribute to the normal functioning of the gastrointestinal tract and support of the immune system. It is also a source of vitamins and minerals such as calcium and B vitamins.

The article examines the production technology and the role of microorganisms, such as *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*, in the fermentation process of ryazhanka. The study shows that these bacteria produce lactic acid, which leads to the formation of an acidic environment, favorable for the growth of beneficial microorganisms and the formation of the characteristic properties of ryazhanka.

Key words: fermented milk products, leavens, probiotics, prebiotics, fermented products.

Вступ. Молочна галузь – один з провідних секторів української економіки. Показники даної галузі потребують постійного спостереження для виявлення змін та слабких місць і пропозицій щодо їх усунення.

В українській молочній галузі велике значення мають кисломолочні продукти, серед яких особливе місце займає ряжанка. Цей продукт відомий своїми корисними властивостями і популярністю серед споживачів. Ряжанка є джерелом білка, вітамінів та мінералів, а також містить пробіотики, які позитивно впливають на здоров'я кишкової флори та загальний стан організму.

Виробництво ряжанки відбувається за допомогою спеціальних технологій, що дозволяють зберегти всі корисні властивості молока та молочнокислих бактерій. Постійний контроль якості та використання сучасного обладнання дозволяють українським виробникам забезпечувати споживачів якісною та корисною продукцією [1].

Загальна тенденція розвитку молочної галузі полягає в пошуку нових технологій виробництва, розширенні асортименту продукції та вдосконаленні управління виробництвом. Ряжанка залишається популярним продуктом і продовжує вигравати довіру споживачів завдяки своїм корисним властивостям та неповторному смаку.

Мікробіологія ряжанки - це галузь науки, що вивчає мікроорганізми, які беруть участь у процесі ферментації ряжанки та впливають на якість та корисні властивості цього напою.

У процесі ферментації ряжанки беруть участь різноманітні мікроорганізми, зокрема бактерії та гриби, які виробляють ферменти, що розкладають лактозу та інші компоненти молока. Цей процес призводить до утворення молочної кислоти, ароматичних сполук та інших корисних речовин.

Дослідження мікробіології ряжанки важливо не лише для розуміння процесів, що відбуваються під час ферментації, але і для вдосконалення технологій виробництва цього напою. Розуміння ролі мікроорганізмів у ферментації ряжанки дозволяє забезпечити якість та безпеку продукту, а також вивчити його корисні властивості для здоров'я [2].

В основу досліджень покладено технологію і роль мікроорганізмів у процесі ферментації ряжанки та їхнього впливу на якість та корисні властивості цього напою.

Виклад основного матеріалу. Ряжанка – це традиційний кисломолочний напій, що має велике значення для харчування та здоров'я людини.

Ряжанка виробляється з коров'ячого пастеризованого, стерилізованого або топленого молока, сквашеного заквасками, які виготовлені на чистих культурах молочнокислих бактерій. Ряжанку виробляють як резервуарним, так і термостатним способами [3].

Термостатний спосіб виробництва кисломолочних напоїв відомий досить давно, головна його перевага – отримана продукція має традиційну непорушну консистенцію. Під сквашування молока та визрівання кисломолочних напоїв відбувається в спеціальних камерах у споживчій тарі.

Особливості технології виготовлення ряжанки термостатним способом:

- приймання та зберігання сировини;
- підготовка окремих компонентів рецептури;
- відновлювання сухих молочних продуктів;
- підготовка заквашувального препарату;
- підготовка суміші;
- нормалізація;
- очищення і гомогенізація;
- пряження;
- охолодження суміші;
- заквашування суміші;
- розливання, пакування і маркування;
- сквашування суміші;
- охолодження.

Резервуарний спосіб – це спосіб, під час якого сквашування молока та визрівання кисломолочних напоїв відбувається у резервуарах з подальшим фасуванням у споживчу тару. Впровадження резервуарного способу

виробництва має ряд переваг: зменшуються затрати ручної праці, для виробництва напоїв не потрібні термостатні камери, а значить, зменшуються виробничі площі. Але недоліком цього способу вважають отримання продукту з порушеним згустком і в міру рідкою консистенцією [4].

Особливості технології виготовлення ряжанки резервуарним способом:

- приймання молока;
- нормалізація;
- гомогенізація $t = 45-85\text{ }^{\circ}\text{C}$, $p = 12,5-17,5\text{ мпа}$;
- пастеризація і пряження молока $t = 95\text{ }^{\circ}\text{C}$ від 3 до 4 год.;
- охолодження до $t = 37-42\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- заквашування - сквашування $t = 37-42\text{ }^{\circ}\text{C}$, від 3 до 4 год.;
- охолодження до $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- розлив, фасування – маркування;
- охолодження готового продукту до $t = 2-4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Після тривалої дії високих температур молоко набуває карамелізованого смаку і утворюються темнозабарвлені речовини – меланоїди.

Склад та корисні властивості ряжанки

У ряжанці корисних речовин стільки ж, скільки і в молоці, але при цьому вони краще засвоюються організмом.

Вважається, що ряжанка має ще і лікувальні властивості: в одній склянці ряжанки міститься чверть добової потреби організму в кальції і 20 відсотків добової норми фосфору. Білок з ряжанки засвоюється швидше, ніж з молока. Молочна кислота збуджує апетит, покращує роботу шлунково-кишкового тракту і бруньок.

В порівняння з іншими кисломолочними продуктами, ряжанка має найбільшу калорійність. Якщо ви бажаєте щось менш калорійне, шукайте у продажу варенець, за смаком він нагадує ряжанку, але на відміну від неї менш жирний, оскільки виробляється без додавання вершків [5]. Хімічний склад вказаний в таблиці 1.

Таблиця 1

Хімічний склад ряжанки

Продукт	Білки,г	Жири,г	Вуглеводи, г
Ряженка	3,0	6,0	4,1

Оцінка якості ряжанки здійснюється техніко-хімічним та мікробіологічним контролем. Під час проведення техніко-хімічного контролю контролюється якість вхідної сировини, технологічні процеси виробництва молочної продукції, якість готової продукції, якість режимів миття та дезінфекції обладнання, тари та апаратів, миючих, дезінфікуючих засобів, реактивів, стан лабораторних приладів, витрати сировини та виробництво готової продукції.

Під час мікробіологічного контролю проводиться контроль якості сировини, запасів готової продукції, технологічних прийомів виробництва з

метою визначення інтенсивності мікробіологічного обсіменіння технічно шкідливою мікрофлорою, санітарно-гігієнічного стану цеху відповідно до санітарних правил для підприємств молочної промисловості, води та повітря.

Завданням техніко-хімічного та мікробіологічного контролю є забезпечення суворої відповідності виробництва молочної продукції вимогам стандарту. При виробництві ряжанки контролюється і перевіряється не тільки сировина, що надходить на виробництво, але і всі наступні етапи виробництва. Кожна партія ряжанки, що випускається підприємством, оцінюється за фізико-хімічними, мікробіологічними та органолептичними показниками. Техніко-хімічний та мікробіологічний контроль сировини, основних матеріалів і технологічного процесу здійснюється лабораторією підприємства відповідно до інструкції з техніко-хімічного та мікробіологічного контролю на підприємствах молочної промисловості [6].

Специфічний смак і аромат ряжанки створюється за рахунок утворення ароматичних речовин під час сквашування молока, так і за рахунок накопичення мікроорганізмів у заквашувальних культурах, а саме: карбонових кислот (молочної, оцтової, пропіонової, капронової, каприлової), карбонільних сполук (ацетальдегіду, діацетилу, ацетону, метилетилкетону та ін.) і вуглекислого газу. Молочна кислота надає продуктам сильного кислого смаку, діацетил, ацетальдегід – специфічного кисломолочного аромату, вуглекислий газ - приємного та освіжаючого смаку. Різні смакові відтінки кисломолочних продуктів відчуються в основному за рахунок різниці у вмісті ацетальдегіду і діацетилу, а також у співвідношенні карбонових кислот [6].

Згідно з ДСТУ органолептичні показники ряжанки повинні відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 2.

Таблиця 2

Характеристика органолептичних показників ряжанки

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд та консистенція	Однорідна, середньої щільності, з непорушеним згустком (для термостатного способу виробництва) або порушеним згустком (для чанного способу виробництва) Допускається наявність молочних плівок
Смаком і запах	Чисте, кисломолочне молоко з яскраво вираженим смаком вареного молока
Колір	Однорідний за кольором: від кремового до темно-кремового. Колір плівок коливається від світлокремового до коричневого

Основною задачею мікробіологічного контролю в молочній промисловості є забезпечення випуску продукції вищої якості, підвищення її смакових і харчових властивостей. Мікробіологічний контроль на підприємствах молочної промисловості полягає в перевірці якості молока, що надходить, матеріалів, готової продукції, а також за дотриманням технологічних і санітарно-гігієнічних режимів виробництва. При контролі якості сировини необхідно звертати увагу на його загальну бактеріальну забрудненість, а при контролі ефективності пастеризації – на вміст бактерій групи кишкових паличок (БГКП) [7].

У процесі ферментації ряжанки мікроорганізми виконують ключову роль у перетворенні молока в смачний та корисний напій. Основні мікроорганізми, що беруть участь у цьому процесі, - це бактерії *Lactobacillus bulgaricus* і *Streptococcus thermophilus*. Розглянемо їхню роль детальніше:

Lactobacillus bulgaricus: Ця бактерія виробляє лактазу, фермент, який розкладає лактозу (молочний цукор) на глюкозу та галактозу. Цей процес призводить до вироблення молочної кислоти, яка забезпечує кислотне середовище, необхідне для росту і розвитку інших мікроорганізмів, а також впливає на консистенцію та смак ряжанки.

Streptococcus thermophilus: Ця бактерія також виробляє молочну кислоту, сприяючи ферментації молока. Крім того, вона допомагає утворювати консистенцію ряжанки та впливає на її аромат і смак.

У процесі ферментації також беруть участь інші мікроорганізми, такі як гриби, дріжджі та інші види бактерій, які можуть впливати на характеристики ряжанки. Взаємодія цих мікроорганізмів утворює унікальний продукт, який має не лише відмінний смак, але і корисні властивості для здоров'я, завдяки пробіотикам та іншим корисним речовинам, що утворюються.

Основними функції та вплив на продукт: Ферментація лактози: Мікроорганізми розкладають лактозу (молочний цукор) на глюкозу та галактозу за допомогою ферменту лактази. Цей процес призводить до вироблення молочної кислоти, що допомагає визріванню ряжанки і надає їй кислий смак. Утворення аромату і смаку: Мікроорганізми виробляють різноманітні ароматичні сполуки та кислоти, які надають ряжанці характерний аромат і смак. Утворення текстури: Мікроорганізми впливають на консистенцію ряжанки шляхом виділення полісахаридів та інших речовин, які зміцнюють структуру напою. Продукція пробіотиків: Ряжанка містить корисні для здоров'я пробіотики, які сприяють нормальному функціонуванню кишечника та загальному здоров'ю [8]. Результати мікробіологічних досліджень подано в таблицях 3, 4.

Таблиця 3

Мікробіологічні показники ряжанки

Показник	норма
Загальна кількість життєздатних молочнокислих бактерій, КУО в 1 см ³ , не менше ніж	1x10 ⁷
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,1см ³	не дозволено
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 см ³	не дозволено
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1см ³	не дозволено

Таблиця 4

Мікробіологічні показники якості ряжанки

Показники	M±m
Наявність бактерій групи кишкової палички, в 0,001 г н	немає
Наявність патогенних мікроорганізмів, в тому числі сальмонели, в 25 г	немає
Наявність <i>Staphylococcus aureus</i> , в 1,0 г	немає
Кількість життєздатних молочнокислих бактерій, КУО в 1 г, не менше ніж	1,1x10 ⁷ ±0,02

Висновки. Ряжанка є важливим джерелом пробіотичних мікроорганізмів, таких як *Lactobacillus bulgaricus* і *Streptococcus thermophilus*, які мають корисний вплив на здоров'я шлунково-кишкового тракту людини. Ці мікроорганізми допомагають зберегти рівновагу кишкової флори, зміцнити імунну систему та поліпшити процеси травлення. Крім того, ряжанка містить вітаміни, мінерали та інші корисні поживні речовини, які сприяють загальному здоров'ю організму.

Мікробіологічний склад ряжанки робить її цінним продуктом для підтримки здоров'я та добробуту людини. Регулярне вживання ряжанки може бути корисним для підтримки здорової кишкової флори та загального стану організму. У сучасному світі ряжанка залишається популярним та промисловості та в домашніх умовах.

Список використаної літератури.=

1. Контарєва В. Ю. Технологія та якісні показники збагачених кисломолочних біопродуктів. СПб. : МАПО, 2012. №1. С. 18-23.
2. С.М. Куніжов, В.А. Шуваєв. Нові технології у виробництві молочних продуктів, М. 2004. С.122-134.
3. Ряжанка і варенець. Технічні умови: ДСТУ 4565:2006. Чинний 2007-04-01. К.: Держспоживстандарт України, 2007. 9 с.
4. Кисломолочні продукти. Сировина та виробництво ряжанки. URL.: <http://uareferat.com/> Кисломолочні_продукти.
5. Мікробіологія молока і молочних продуктів. Практикум : навч. Посібник, за ред. В. В. Косянчук. Суми : Університетська книга, 2010. 205 с.
6. Поліщук Г.Є., Грек О.В., Скорченко Т.А., Кочубей-Литвиненко О.В. Технологія молочних продуктів, НУХТ 2013, С. 240.
7. Грегірчак Н.М., Тетеріна С.М., Нечипор Т.М. Мікробіологія, санітарія і гігієна виробництв з основами НАССР: навч. посібн. К. НУХТ, 2018. С. 274.

Анастасія МАРЧЕНКО⁵,
студентка 3-го курсу,
факультет технології виробництва, переробки та
робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ЦУКРУ

Анотація. У статті розглядається технологія виробництва цукру. Процес виробництва цукру включає видобуток цукрової тростини або цукрових

⁵Науковий керівник: Світлана Овсієнко, канд. с-г наук, доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій ВНАУ.

буряків, які потім очищаються для створення солодкої речовини. Досліджується цукрова промисловість в Україні та на світовому ринку. Світовий ринок цукру є досить динамічним і залежить від багатьох факторів, таких як врожайність цукрових буряків і тростини, погодні умови, попит і пропозиції на ринку, політичні рішення і торговельні угоди між країнами. Україна є одним зі значущих виробників цукру у світі. Цукрове виробництво в Україні базується переважно на вирощуванні цукрових буряків. Щороку впроваджуються сучасні технології та вдосконалюються методи виробництва цукру.

Ключові слова: виробництво цукру, технологічний процес, сировина, цукровий буряк, цукрова тростина, технологія, інновація.

Annotation. The article examines the technology of sugar production. The sugar production process involves harvesting sugar cane or sugar beets, which are then refined to create the sweet substance. The sugar industry in Ukraine and on the world market is studied. The global sugar market is quite dynamic and depends on many factors, such as sugar beet and cane yields, weather conditions, market supply and demand, political decisions and trade agreements between countries. Ukraine is one of the significant producers of sugar in the world. Sugar production in Ukraine is based mainly on the cultivation of sugar beets. Every year, modern technologies are introduced and methods of sugar production are improved.

Key words: sugar production, raw materials, sugar beets, sugar cane, technology, innovation.

Вступ. Як відомо, цукор вирощується в понад 100 країнах. Варто зазначити, що кожного року виробляється понад 170 мільйонів метричних тонн цукру.

Сировина, яка використовується для виробництва цукру, різниться залежно від типу виробленого цукру та застосовуваного процесу виробництва. Як правило, цукор виробляють або з цукрової тростини, або з цукрових буряків.

Важливо врахувати той чинник, що цукор не мав великого значення, поки індіанці не відкрили способи перетворення соку цукрової тростини на гранульовані кристали, які легше зберігати та транспортувати.

Слід відзначити, що цукор є підсолоджувачем природного походження, твердий, кристалізований, що в основному складається з пухких кристалів сахарози, отриманий із цукрової тростини (*Saccharum officinarum* L) або цукрового буряка (*beta vulgaris* L) за допомогою відповідних промислових процедур. Зерно цукру на 30-70% менше, ніж зерно рису.

Доцільно вказати на те, що білий цукор піддається хімічному очищенню, яке називається сульфитацією, пропускаючи через сік тростини газ SO₂, який утворюється при спалюванні сірки.

Потрібно наголосити на тому вагомому чиннику, що цукор можна класифікувати за походженням (цукрова тростина чи буряк), а також за ступенем рафінування чи характеристиками. Зазвичай рафінування візуально

виражається кольором (коричневий цукор, світлий цукор, білий), який в основному визначається відсотком сахарози, що міститься в кристалах.

На ринку цукру є два типи продуктів: цукор-сирець і рафінований або білий цукор. У кожному типі є різні категорії відповідно до їх різних якостей. Цукор-сирець виробляють тільки з цукрової тростини, тоді як рафінований цукор виробляють як з цукрової тростини, так і з цукрових буряків. У цьому сенсі вважається, що промисловість цукрової тростини має більшу гнучкість у реагуванні на відносні зміни цін на цукор-сирець і цукор-рафінад.

Останні технологічні прориви в цукровому виробництві відкривають нові перспективи для галузі, забезпечуючи ефективне використання ресурсів, зменшення викидів та підвищення якості продукції. Завдяки інноваційним методам біотехнологій, автоматизації та використанню відновлюваних джерел енергії, сучасні цукрові заводи переходять на новий рівень ефективності та сталості, що сприяє якісному покращенню цукрового виробництва в умовах постійно змінюючого світового ринку.

Метою даної статті є вивчення технології виробництва цукру, дослідження цукрового виробництва світового ринку та України за останні роки.

Виклад основного матеріалу. Світовий ринок цукру є одним із найбільш викривлених у світі внаслідок широкого набору політики щодо захисту та субсидування виробництва та експорту основними країнами-виробниками та споживачами у світі. В загальному цукор виробляється приблизно в 120 країнах світу. Наймасштабнішими виробниками цукру у світі є :

- Бразилія. Бразилія є найбільшим виробником цукру у світі, особливо з цукрової тростини.
- Індія. Індія займає друге місце у світовому виробництві цукру, використовуючи як цукрову тростину, так і цукровий буряк.
- ЄС. Європейський Союз виробляє значні обсяги цукру, використовуючи і цукрову тростину, і цукровий буряк, з особливим акцентом на країни, такі як Франція, Німеччина та Польща.
- Китай. Китай також є великим виробником цукру, зосередженим переважно на вирощуванні цукрового буряка.
- Тайланд. Він є одним з провідних виробників цукру і світі, в основному вирощуючи цукрову тростину.

Коренеплоди цукрових буряків містять високу концентрацію сахарози та вирощуються в комерційних цілях для виробництва цукру в помірному кліматі. Цукрові буряки збирають у середині-пізній осені, коли цукристість досягає піку, а потім переробляють на рідкий і кристалічний цукор. Як правило, цукрові заводи працюють з моменту збору врожаю до переробки буряків. Цукор, вироблений із цукрових буряків, є другим за величиною джерелом річного цукру у світі після цукрової тростини.

В Україні цукор добувають в основному з цукрового буряка. Загальний процес виробництва цукру з буряків такий [1]:

Розвантажування, промивка та нарізання буряку. Цукровий буряк надходить на фабрику без верхівки, невеликі зразки аналізуються для визначення вмісту цукру перед надходженням на переробне підприємство. Буряк проходить через каменеуловлювачі, коренеуловлювачі та шайби, які промиваються. Їх нарізають на порційні шматки трикутного перерізу 2-3 мм. товсті, звані корсетами.

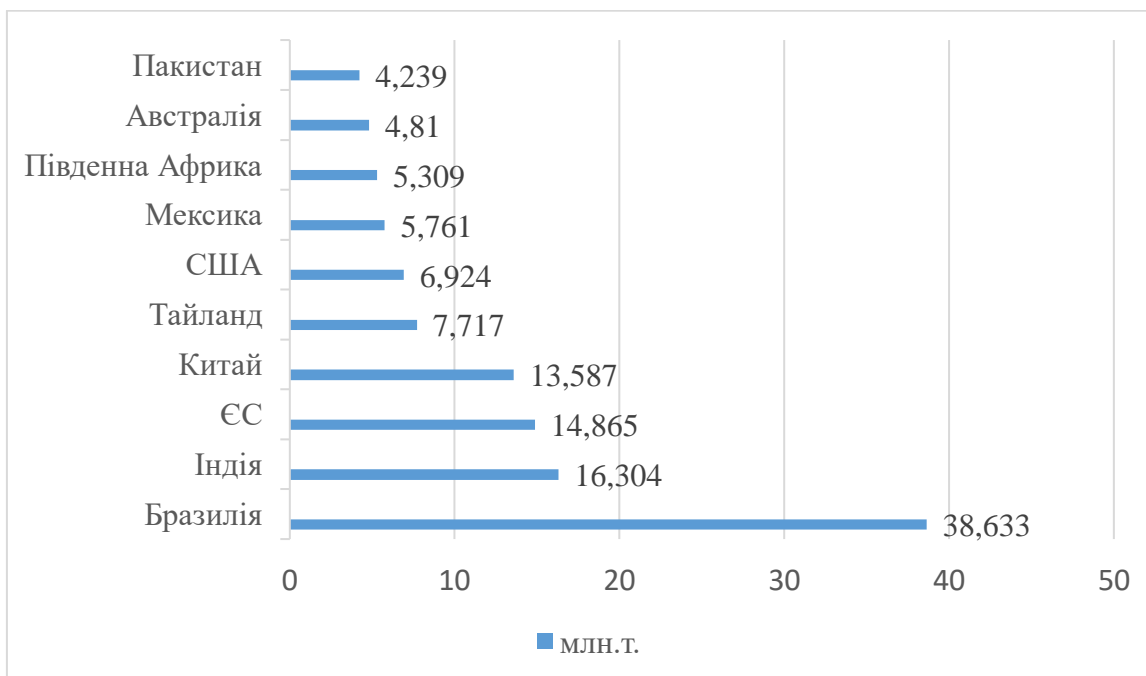


Рис.1. Найбільші світові виробники цукру за останні кілька років, млн.т.

Екстракція цукру здійснюється шляхом дифузії шляхом дії води проти течії з масою стружки. Явище дифузії полягає в повільному та регулярному русі розчинних компонентів, що знаходяться всередині клітин. Важливо спрямувати процес дифузії таким чином, щоб зменшити вилучення нецукристих компонентів. Цукриста рідина від дифузії утворює так званий сік, який зазвичай має чистоту 85%.

Очищення соку. Його метою є усунення нецукрових речовин, які розчинені в цукровому соку. Очищення не повністю завершено, вдалося підняти чистоту з 85-91%. Реагентом, що використовується на цій фазі, є вапно.

Випарування соку. Слід наголосити на тому чиннику, що цей сік необхідно згущувати, щоб відбулася кристалізація цукру внаслідок перенасичення. Випаровування здійснюється за допомогою пари низького тиску. Сік, що виділяється при випаруванні, називається сиропом, чистотою 90%.

Децелация сиропу. Коли сік згущений, його в'язкість швидко зростає зі збільшенням градусів Брікса (загальна частка сахарози, розчиненої в рідині). При досягненні 80° Вгіх починають з'являтися кристали, через що сироп поступово втрачає текучість. Для того, щоб полегшити та спровокувати утворення кристалів цукру, коли досягнуто оптимального ступеня перенасичення, вводять невелику частку цукрової пудри.

Кристалізація цукру. Тісто, яке утворюється в кінці приготування, є тістом для начинки. При постійному охолодженні зазначеної маси змінюється перенасичення, при якому кристали цукру продовжують рости. Час кристалізації становить близько дванадцяти годин для першого продукту, ще дванадцять годин для другого продукту і близько сімдесяти двох годин для третього продукту.

Центрифугування та сушіння цукру. Після перетворення маточного розчину на цукор кристали необхідно відокремити з тією метою, щоб отримати цукор у комерційних цілях. Загально відомо, що цю операцію проводять за допомогою центрифуг, які відокремлюють кристали від маточного розчину. Отриманий цукор по конвеєрах направляється в сушильну камеру для зниження вологості цукру [2].

Загально відомо, що процес пакування є шостим і останнім кроком у процесі виробництва цукру. Тут кристали розфасовують у пакети чи контейнери й готують до продажу.

Таблиця 1

Сталий розвиток виробництва цукру

Цукровий буряк	Цукровий завод	Результат
1. Вирощування	1. Миття	Цукор – 10-16 %
2. Збирання	2. Подрібнення	Жом – 80%
	3. Виварювання	Меяса – 4%
	4. Кристалізація	Стічні води
		Забруднення повітря

Практики сталого виробництва цукру стосуються методів виробництва цукру, які мінімізують вплив на навколишнє середовище та сприяють довгостроковому здоров'ю та життєздатності цукрової промисловості. Деякі приклади практик сталого виробництва цукру включають використання відновлюваних джерел енергії, впровадження заходів із збереження води, переробку відходів і використання методів сталого землеробства для вирощування цукрової тростини чи цукрових буряків. Крім того, багато виробників цукру працюють над зменшенням викидів парникових газів і покращенням загальних екологічних показників.

Технологія відіграє важливу роль у сучасному виробництві цукру. Використання механізованого обладнання, автоматизованих систем та інших технологічних процесів дозволило ефективно виробляти цукор у великих обсягах.

Механізована збирально-посадочна техніка підвищила швидкість і точність виробництва цукру. Це дозволило отримати більший урожай і знизити трудовитрати. Автоматизовані системи також допомогли зменшити виробничі помилки та підвищити точність вимірювань продукції [4].

Технологія також використовується для підвищення якості виробництва цукру. Завдяки датчикам та іншим технологіям виробники можуть контролювати якість своєї продукції та вносити необхідні зміни. Це гарантує

найвищу якість виробленого цукру. Технологія також використовується для підвищення ефективності виробничого процесу.

Потрібно взяти до уваги те, що аналітика великих даних, робототехніка та інші технології використовуються для оптимізації виробництва та зменшення відходів. Це допомагає виробникам отримати максимальну віддачу від своїх ресурсів, зберігаючи високу якість продукції. Нарешті, технологія також використовується для підвищення безпеки виробничого процесу. Автоматизовані системи використовуються для моніторингу безпеки робочого середовища та попередження працівників про потенційну небезпеку. Це допомагає забезпечити безпеку як працівників, так і продукту.

В Україні цукрова промисловість є одним з головних секторів виробництва харчової промисловості. З прогресом у технологіях очікується, що галузь стане ще більш ефективною та продуктивною в найближчі роки. Цукрова промисловість в Україні спостерігала збільшення виробництва в останні кілька років завдяки впровадженню сучасних технологій і вдосконаленню методів ведення сільського господарства. Відповідно саме це зробило сектор конкурентоспроможним і ефективнішим. Виробництво цукру в Україні відіграє важливу роль у забезпеченні ринку внутрішнього споживача та забезпеченні експортних можливостей. [5]

Слід врахувати той важливий факт, що майбутнє виробництва цукру в Україні виглядає багатообіцяючим, оскільки є потенціал для подальшого технологічного прогресу та інновацій. Необхідно врахувати, що деякі з інновацій, які можуть бути реалізовані в майбутньому, включають автоматизований збір урожаю цукрового буряка та цукрової тростини, покращене внесення добрив і точне землеробство. Крім того, роботизована технологія може допомогти знизити витрати на робочу силу та підвищити безпеку промисловості. Автоматизованих роботів можна використовувати для збирання та транспортування цукрового буряка та цукрової тростини, а також для моніторингу виробничих процесів і обладнання.

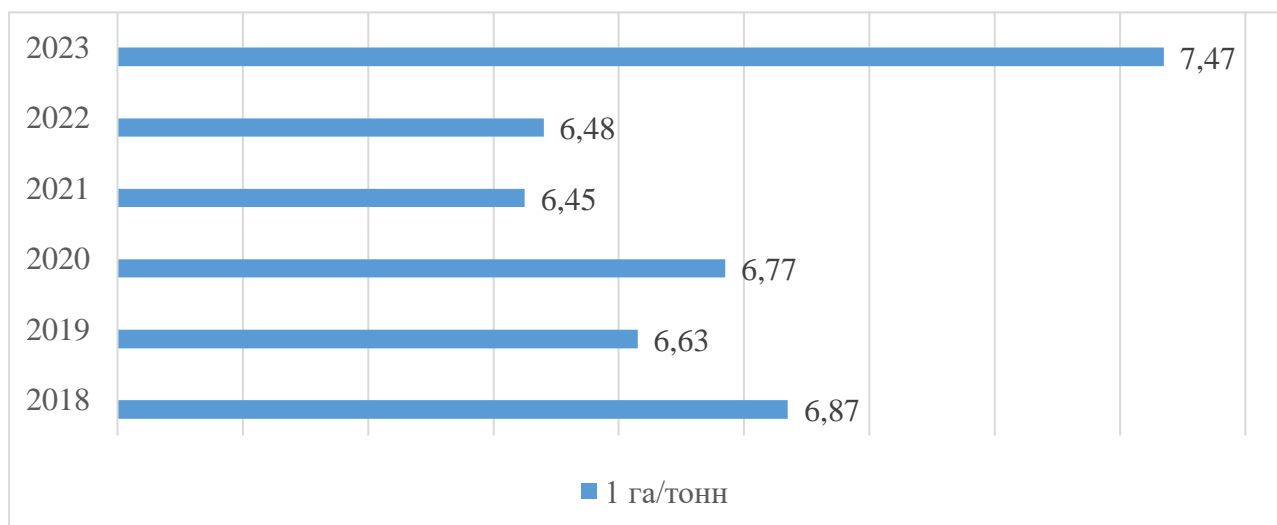


Рис. 2. Виробництво цукру в Україні 2018-2023 р. на 1 га/тонн

Висновки. Отже, процес виробництва цукру є складним і трудомістким процесом, що включає різноманітні етапи та вхідні ресурси. Виробники цукру повинні ретельно керувати цими витратами, щоб забезпечити високу якість продукції. Виробництво цукру передбачає ретельний відбір сировини, відповідне обладнання та правильні технології обробки. Дотримуючись цих кроків, виробники цукру можуть забезпечити продукт найвищої якості та дотримуватись галузевих стандартів. Виробництво цукру є важливою частиною світової харчової промисловості, і цим процесом слід ретельно керувати, щоб забезпечити успіх галузі.

Список використаної літератури

1. Адамчук В.В., Литвинюк Л.К., Бойко А.Л. та ін. До проблеми органічного землеробства Екологічні науки. 2019. № 2(25). С. 72-88.
2. Виробництво цукру. URL: <https://latifundist.com/analytics/32-hto-virobiv-najbilshe-tsukru-oglyad-virobnitstva-u-sezoni-2022>
3. Загальні технології харчових виробництв : підручник / В. А. Домарецький та ін. Київ : Університет харчових технологій, 2019. 814 с.
4. Цукрова галузь України в цифрах. Національна асоціація цукровиків України. URL: http://storage.ukrsugar.com/uploads/pdf/7_UkrSugar_2019_uk_small.pdf (дата звернення 4.10.2023).

Аліна ТКАЧУК⁶,
студентка 4 курсу,
факультет технології виробництва, переробки
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ТОВАРОЗНАВЧА ЕКСПЕРТИЗА КОНСЕРВОВАНИХ ШАМПІНЬЙОНІВ

Анотація. Шампіньйони або печериці є найпопулярнішими грибами у світі: понад 75% усіх вирощуваних грибів – саме печериці. Печериці консервовані повинні бути виготовлені відповідно до вимог ДСТУ 4696:2006 «Консерви. Гриби мариновані та відварені. Технічні умови» Об'єктом дослідження є консервовані печериці. Як показали результати органолептичної оцінки якості консервованих печериць, зауважень до зовнішнього вигляду, смаку і запаху та кольору печериць майже не було. Смак усіх зразків натуральний, властивий даному виду грибів, слабокислий або кислий. відповідає вимогам нормативному документу.

⁶Науковий керівник: Надія Новгородська, к.с.-г.н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

Ключові слова: шампіньйони, товарознавство, якість, оцінка

Annotation. *Champignons or porcini mushrooms are the most popular mushrooms in the world: more than 75% of all cultivated mushrooms are porcini mushrooms. Canned mushrooms must be manufactured in accordance with the requirements of DSTU 4696:2006 "Canned food. Marinated and boiled mushrooms. Technical conditions" The object of the research is canned mushrooms. As shown by the results of the organoleptic evaluation of the quality of canned mushrooms, there were almost no comments on the appearance, taste, smell, and color of the mushrooms. The taste of all samples is natural, characteristic of this type of mushroom, slightly sour or sour. meets the requirements of the regulatory document.*

Key words: *champignons, commodity science, quality, evaluation*

Вступ. Грибна промисловість демонструє високу динаміку зростання. Поки що в Україні виробляють в основному шампіньйони. За останні три роки виробництво шампіньйонів зросло з динамікою 18–20%, від цих показників помітно відстають гливи та екзотичні гриби, що мають великий потенціал розвитку [1].

Практично всі шампіньйони, котрі вирощують ферми України залишаються на внутрішньому ринку. Шампіньйони вирощують як звичайні білі, так і коричневі королівські. Популярність цих грибів менше, ніж звичайних шампіньйонів, але це не заважає їм займати своє місце на прилавках супермаркету. Існують природні сорти шампіньйонів та штучної селекції, класичні примірники мають коричневий відтінок шкірки, а виведені штучно – білий або кремовий капелюшок. Шампіньйони є основною складовою на ринку грибів в Україні, частка якої складає 98% від загального виробництва грибів [2].

Шампіньйони на 91% складаються із води. Гриби низькокалорійні, харчова цінність продукту – 27 кКал. Вміст білків у 100 г – 4,3 г, жирів – 1 г, вуглеводів – 0,1 г.

У продукті є такі вітаміни:

- аскорбінова кислота (С) – сприяє виробленню колагену, що покращує стан шкіри, перетворює холестерин на кислоти, перешкоджаючи його відкладенню в судинах, виводить токсини з печінки;
- нікотинова кислота (РР) – покращує засвоєння білків, жирів, вуглеводів, чим робить печериці корисними, нормалізує клітинне дихання, знижує рівень цукру в крові;
- ретинол (А) – регулює обмін речовин на клітинному рівні, перешкоджає накопиченню жирових відкладень, забезпечує здоров'я кісток та зубів, уповільнює старіння організму, покращує зір;
- фолієва кислота (В₉) – бере участь у процесах оновлення клітин;
- холін (В₄) – позитивно впливає на нервову систему, захищає печінку від токсичної дії, нормалізує жировий обмін;
- пантотенова кислота (В₅) – регулює процеси метаболізму, нормалізує гормональний фон;

- рибофлавін (В₂) – сприяє засвоєнню всіх корисних для організму речовин.

До складу також входить (не більше 0,1 г) тіамін (В₁), ціанокобаламін (В₁₂), вітаміни D, E.

Користь грибів печериць визначають такі макроелементи – калій, магній, фосфор, кальцій, натрій, кремній, сірка. У меншій кількості міститься йод, залізо, селен, цинк. Враховуючи, що печериці мають короткий термін зберігання у свіжому вигляді для їх зберігання якості використовують різні технологічні методи, такі як: заморожування, консервування, маринування та інші [3].

Мета роботи – дослідити формування споживних властивостей та якості маринованих шампінйонів різних виробників.

Виклад основного матеріалу. Проаналізувавши сучасний стан ринку консервованих шампінйонів та вивчивши їх асортимент, були обрані 2 зразків даної продукції для проведення досліджень з метою оцінки їх якості.

Об'єкти досліджень:

Зразок № 1. Шампінйони мариновані «Marinado» (рис. 1).

Склад: шампінйони цілі не менше 50%, вода питна, цукор білий кристалічний, сіль кухонна харчова, оцтова кислота, лимонна кислота, цибуля, морква, зерно гірчиці білої, перець чорний горошок, натуральний екстракт солодкої трави стевії.

Енергетична цінність продукту: 132кДж/100г, 31.65ккал/100г. Поживна (харчова) цінність продукту: білки - 1.25г/100г, жири - 0.5г/100г, насичені жири - 0г/100г, вуглеводи - 3.75г/100г, з них цукри - 1.1г/100г, сіль - 1.8г/100г.

Рекомендований спосіб приготування/вживання: продукт готовий до вживання.



Рис. 1. Шампінйони мариновані «Marinado»

Умови зберігання: зберігати за температури 0..+25°C і відносній вологості повітря не більше 75%. Термін придатності: 2 роки. Термін придатності після відкриття продукту: 72 години.

Країна виробник: Україна. Виробничі потужності та адреса виробничих потужностей: ТОВ Корадо Каннінг Інкорпорејтед, вул. Латорична, 51/1, с. Ракошино, Мукачівський р-н, Закарпатська обл., Україна, 89620. Маса нетто: 450г. Об'єм: 480мл.



Рис. 2. Шампіньйони мариновані ТМ «Varto»

Зразок № 2. Шампіньйони мариновані ТМ «Varto».

Виробник – Україна. Склад: гриби шампіньйони, вода питна сіль кухонна, цукор білий, цибуля, морква, регулятор кислотності кислота оцтова та кислота лимонна, насіння гірчиці, перець духмяний горошок, перець чорний горошок, лист лавровий, гвоздика.

Маса нетто: 620 г.

Енергетичний склад: Білки: 4,2 г. Вуглеводи: 0,1 г. Енергетична цінність: 26 ккал. Жири: 1,0 г. Термін придатності: 36 місяців.

Умови зберігання: Зберігати при температурі від 0⁰С до 25⁰С при відносній вологості 75%.

Якість шампіньйонів консервованих визначали за комплексом органолептичних та фізико-хімічних показників.

Органолептичний контроль або органолептика – контроль, при котрому первинна інформація сприймається органами чуття людини. Часто використовується для визначення якості продукції.

Органолептична оцінка продукції – узагальнена оцінки її якості, здійснена лише за допомогою органів чуття людини. Оцінюються як зовнішні характеристики, такі як вигляд, колір, форма, прозорість, запах, так і такі, як смак, м'якість тощо.

Органолептичні властивості зразків оцінювали за наступними показниками: зовнішній вигляд, смак та запах, колір, консистенція, якість заливки відповідно до ДСТУ 4696:2006 «Консерви. Гриби мариновані та відварені. Технічні умови», результати представлені у табл. 1.

Таблиця 1

Органолептичні показниками консервованих з грибів згідно ДСТУ 4696:2006

Показник	Характеристика	Зразки	
		Зразок №1 Шампіньйони мариновані «Marinado»	Зразок №2 Шампіньйони мариновані ТМ «Varto»
Зовнішній вигляд	Гриби цілі, одного виду за розміром, без механічних пошкоджень, без слідів червоточин, без плям та опіків.	6,6	6,7
Смак та запах	Натуральні, властиві даному виду грибів, для маринованих з ароматомпрянощів. Смак консервованих грибів слабокислий або кислий. Сторонні смак та присмак не допускаються	4,31	4,35
Колір	Близький до натурального кольору даного видугрибів	5,4	6,1
Консистенція	М'якоть грибів щільна, пружна	4,1	4,3
Якість заливки	Заливка напівпрозора (мутна), злегка тягуча	4,8	5,2
Всього		25,45	27,15

Як показали результати органолептичної оцінки якості консервованих шампіньйонів у табл. 1 зауважень до зовнішнього вигляду, смаку і запаху та кольору печериць майже не було. Зразки № 1. Шампіньйони мариновані ТМ «Верес» отримали найвищі бали – 25,5, зразки № 2 шампіньйони мариновані ТМ «Бондюель» – 27,15 відповідно. Смак усіх зразків натуральний, властивий даному виду грибів, слабо кислий або кислий, що відповідає вимогам ДСТУ 4696:2006 «Консерви. Гриби мариновані та відварені. Технічні умови» [4].

Висновки. На сьогоднішній день в Україні є дуже поширене грибівництво. Особливу увагу приділяють шампіньйонам. Вони є дуже розповсюдженим продуктом, так як дуже корисні та мають великий попит.

Під час проведення аналізу пакування та маркування встановлено, що на всіх зразках маркування нанесене чітко. Упаковка без видимих пошкоджень, герметично закрита. Встановлено, що найвищий рівень якості за органолептичними властивостями має зразок № 2.

Список використаної літератури

1. Вдовенко С.А. Розвиток грибівництва в Україні. *Овочівництво і багтанництво*. 2014. Вип. 60. С. 26-36.
2. Сімахіна Г.О., Гойко І.Ю., Стеценко Н.О. Переробка їстівних грибів для отримання білоквмісних напівфабрикатів. *Товари і ринки*. 2014. № 2. С. 70-83.
3. Волошка О.Г. Перспективні шляхи використання печериць у харчових технологіях. *Сучасна наука: стан, проблеми та перспективи*. 2020. С. 196-198.
4. ДСТУ 4696:2006 Консерви. Гриби мариновані та відварені. Технічні умови. К.: Держспоживстандарт України, 2007. 10 с.

Віталій КУШИЛЕНКО⁷,
магістр 1-го року навчання,
факультет технології виробництва, переробки,
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВИКОРИСТАННЯМ ХАЧОВИХ ВОЛОКОН У М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТАХ

***Анотація.** Як функціональні інгредієнти в технології м'ясних функціональних продуктів на принципах харчової комбінаторики часто використовується рослинна сировина. Воно розглядається як джерело таких незамінних компонентів, як харчові волокна, вітаміни, макро- та мікроелементи, унікальних за своїм складом та властивостями вуглеводів, фітонцидів та інших біологічно активних речовин. У статті представлені результати аналізу м'ясорослинних січених напівфабрикатів з додаванням клітковина житніх висівок. Встановлено, що внесення 5 та 10 % клітковина покращує органолептичні показники готових виробів. Ці продукти відповідають вимогам нормативно-технічних документів і є безпечними.*

***Ключові слова:** клітковина, житні висівки, напівфабрикати, органолептичні показники.*

***Annotation.** Vegetable raw materials are often used as functional ingredients in the technology of functional meat products based on the principles of food combinatorics. It is considered as a source of such indispensable components as food fibers, vitamins, macro- and microelements, unique in their composition and properties of carbohydrates, phytoncides and other biologically active substances. The article presents the results of the analysis of meat-vegetable chopped semi-finished products with the addition of rye bran fiber. It was established that the introduction of 5 and 10% fiber improves the organoleptic indicators of finished products. These products meet the requirements of regulatory and technical documents and are safe.*

***Key words:** fiber, rye bran, semi-finished products, organoleptic indicators.*

***Вступ.** В даний час все більша увага приділяється збагаченням харчовим продуктам. До них відносяться функціональні харчові продукти, які отримують додаванням одного або декількох функціональних харчових інгредієнтів до традиційних харчових продуктів [1]*

У світі велика увага приділяється харчовим добавкам, отриманим з горіхів, фруктів, овочів, трав та спецій. Їх використовують з метою збагачення продуктів харчування харчовими волокнами, мікро- та макроелементами, для

⁷Науковий керівник: Надія Новгородська, к.с.-г.н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій.

збільшення терміну зберігання, покращення смакових характеристик та розширення асортименту продуктів на м'ясній, рослинній, м'ясорослинній основі, у тому числі різних видів охолоджених та заморожених напівфабрикатів [2, 3]

Необхідно вибрати такі компоненти, які будуть поєднувати в собі ряд якостей, таких як: антиоксидантні властивості, наявність харчових волокон і великий вміст білка, так само важливою умовою є синергізм.

Тому дослідження з використання рослинних компонентів із місцевої сировини для створення безпечних якісних м'ясних продуктів нового покоління є актуальними.

Мета роботи – розширення асортименту якісних січених м'ясних напівфабрикатів із рослинними компонентами (клітковина житніх висівок).

До завдань досліджень входить: підбір компонентів для нового м'ясного напівфабрикату, складання рецептури, дослідження впливу рецептурних компонентів на органолептичні та фізико-хімічні показники якості отриманого продукту.

Виклад основного матеріалу. Об'єктами дослідження є: м'ясорослинні січені напівфабрикати, до складу яких входять м'ясний фарш, клітковина житніх висівок, курячі яйця, цибуля, часник, хліб, сіль, перець. Клітковина житніх висівок є продуктом підвищеної біологічної цінності і продуктом спеціального дієтичного вживання. Клітковина житніх висівок – енергетично багатий продукт, що має унікальні властивості антиоксиданту і радіопротектора. Клітковина сприяє більш повноцінному засвоєнню їжі і нормалізує мікрофлору кишечника. Вбираючи все зайве, що накопичилося в організмі за довгі роки, клітковина надає очищуючу дію. Потрапляючи в шлунок, клітковина набухає і набуває здатності сорбувати і виводити з організму токсичні речовини, шлаки, надлишок холестерину, аміаку і жовчних пігментів.

До складу житніх висівок входять вітаміни Е, А, РР, вітаміни групи В, кальцій, фосфор, цинк, марганець і ін. мінерали. Білок жита містить такі корисні амінокислоти, як лізин і треонін.

Поживна цінність 100 г продукту:

- білки – 15,5 г;
- жири – 3,8 г;
- вуглеводи – 17 г.

Калорійність: 100 г 170 ккал (711 кДж)

Клітковина жита входить до складу харчових злаків жита. Житні висівки містять близько 41–48% харчових волокон і, порівняно з пшеничними висівками, містять менше целюлози та більше фруктану та бета-глюкану [4].

При виборі інгредієнтів для комбінованих січених м'ясних напівфабрикатів основним критеріями є органолептичні властивості [5].

З метою вивчення органолептичних показників якості були виготовлені січені м'ясо-рослинні напівфабрикати, що містять м'ясо яловичини та клітковину житніх висівок (табл. 1).

В ході дослідження готували м'ясний фарш, потім згідно рецептури додавали інгредієнти і готові котлети. Частину м'ясного фаршу замінили додаванням 5 % і 10 % житніх висівок. Було застосовано 3 варіанти рецептур:

- 1 варіант – контроль (фарш без добавки клітковини);
- 2 варіант – фарш +добавка 5 % клітковини;
- 3 варіант – фарш + добавка 10 % клітковини.

Таблиця 1

Органолептичні показники

Показники	Контроль	Добавка 5 % клітковини житніх висівок	Добавка 10 % клітковини житніх висівок
Консистенція	Нормальна	Соковита, ніжна, м'яка	Соковита, м'яка
Структурно-механічні властивості	Щільні	Щільні	Щільні
Колір	Коричневий	Коричневий з сіруватим відтінком	Світло-коричневий
Смак	М'ясний, приємний	М'ясний з ледь відчутним присмаком клітковини	З вираженим присмаком клітковини
Запах	Приємний, властивий	Приємний	Присутній запах житньої клітковини

Згідно з даними таблиці 1 колір контрольних котлет коричневий. Порівняно з контрольними котлетами колір котлет з 5 % і 10 % добавкою клітковини житніх висівок був коричневим із сіруватим відтінком і світло-коричневим. При органолептичній оцінці смаку та запаху м'ясних напівфабрикатів контрольні котлети мали м'ясний, приємний смак і властивий їм запах. У котлетах з добавкою 5 % клітковини житньої спостерігався ледь вловимий присмак клітковини, а в котлетах з добавкою 10 % клітковини виражений присмак житніх висівок. Структурно-механічні характеристики залишалися без зміни. Консистенція контрольних м'ясних напівфабрикатів була нормальною, а з добавкою клітковини була більш м'якою та соковитою.

Висновки. Комбіновані м'ясорослинні напівфабрикати, приготовані з використанням сировини тваринного та рослинного походження, відрізняються високою біологічною цінністю, збалансованим амінокислотним, вітамінним та мінеральним складом, мають хороші органолептичні показники, високий вихід, економічні та добре засвоюються людським організмом, при цьому сприяють раціонально.

Список використаної літератури

1. Пасічний В.М., Топчій О.А., Ткач Н.І., Герעדчук А.М. Розробка технології паштету печінкового підвищеної харчової цінності. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. Серія: Технічні науки. 2019. № 1. С. 47-53.
2. Новгородська Н.В. Використання рослинної клітковини у м'ясних напівфабрикатах. *Аграрна наука та харчові технології*. 2018. Вип. 3 (102). С. 159–168.

3. Новгородська Н.В., Берник І.М., Разанова О.П., Савінок О.М. Січені напівфабрикати з рослинною сировиною. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія «Харчові технології»*. 2023. Т. 25. № 100. С. 14–19

4. Kamal-Eldin A., Lærke H.N., Knudsen КЕВ, Lampi А.М, Piironen V. Physical, microscopic and chemical characterisation of industrial rye and wheat brans from the Nordic countries. *Food & Nutrition Research*. 2009. 53 (1). P. 1912

5. ДСТУ 4437:2005 «Напівфабрикати м'ясні та м'ясорослинні січені. Технічні умови. Зі змінами та поправками. [чинний з 01.01.2007]. К.: Держспоживстандарт України, 2005. 24 с.

Олексій ПОХИЛА⁸,
студент 3 курсу,
факультет технології виробництва, переробки
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

КИСЛОМОЛОЧНІ ПРОДУКТИ З ПРОБІОТИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Анотація. *Життя сучасної людини залежить від таких несприятливих факторів як забруднення навколишнього середовища, техногенні катаклізми, стресові ситуації, відсутність повноцінного харчування. Все це призводить до зниження імунітету, порушення функцій травлення, збільшення числа людей, що страждають на алергію, цукровий діабет та інші захворювання, які пов'язані з порушенням обмінних процесів в організмі людини. Для нормального функціонування організму і забезпечення активної життєдіяльності, людину необхідно забезпечити повноцінними збалансованими продуктами харчуванням.*

Ключові слова: *кисломолочні продукти, біфідобактерії, харчові волокна, вітаміни, мінеральні речовини, пробіотики, борошно.*

Annotation. *The life of a modern person depends on such adverse factors as environmental pollution, man-made disasters, stressful situations, lack of good nutrition. All this leads to a decrease in immunity, impaired digestion, an increase in the number of people suffering from allergies, diabetes and other diseases that are associated with impaired metabolic processes in the human body. For the normal functioning of the body and ensuring the active life of a person, it is necessary to provide full-fledged balanced foods.*

⁸Науковий керівник: Соломон А.М., к.т.н. доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій ВНАУ.

Key words: *fermented milk products, bifidobacteria, dietary fiber, vitamins, minerals, probiotics, flour*

Вступ. Розширення асортименту кисломолочних ферментованих продуктів базується на розробці технологій з використанням нових видів натуральної біологічно цінної сировини, що дозволяє надати продуктам певних оздоровчих і лікувально-профілактичних властивостей [1]. Основні принципи концепції здорового харчування вимагають сучасного підходу до створення функціональних продуктів, які повинні задовольняти потреби організму людини в харчових, біологічно і фізіологічно цінних речовинах, сприяти профілактиці захворювань, збереженню здоров'я, подовженню працездатності і тривалості життя.

Для розширення асортименту кисломолочних ферментованих продуктів, які користуються постійно зростаючим попитом у населення країни, для кращого засвоєння та надання певних смакових і лікувально-профілактичних властивостей, в якості пребіотиків застосовують різноманітні БАДи, фітодобавки, продукти переробки плодів, овочів і ягід. Використання їх дозволяє підвищити харчову і біологічну цінність ферментованих кисломолочних продуктів, надати їм привабливих органолептичних і смакових властивостей, розширити асортимент. Тому проблема, що пов'язана з розробкою технологій кисломолочних ферментованих продуктів харчування, збагачених біфідобактеріями і наповнювачами з високим потенціалом поживної, біологічної і фізіологічної дії [2].

Слід відзначити, що на тепер асортимент кисломолочних ферментованих продуктів представлений в основному напоями функціонального призначення, серед яких особливою популярністю користуються йогурти.

Виклад основного матеріалу. Сучасні підходи до створення харчових продуктів і надання їм певних властивостей пов'язані з розробкою інноваційних технологій, які відповідають вимогам харчової науки для забезпечення організму людини харчовими, біологічно- і фізіологічно цінними речовинами та енергією.

Молоко і молочні продукти широко використовуються у харчуванні різних прошарків населення всіх країн світу [6]. Вони є джерелом повноцінних білків, кальцію, фосфору, вітамінів та інших важливих для життєдіяльності організму харчових компонентів. Особливе значення для людини мають кисломолочні продукти. Внаслідок життєдіяльності кисломолочної мікрофлори відбуваються складні процеси гідролізу білків, вуглеводів, жирів з одночасним синтезом різноманітних з'єднань, які покращують апетит, збагачують організм людини біологічно цінними речовинами, поліпшують роботу кишково-шлункового тракту тощо [5].

Спостерігається світова тенденція створення харчових продуктів зі збалансованим компонентним складом і пробіотичними властивостями [6].

Пробіотики – це корисні живі мікроорганізми, що нормалізують склад кишкової мікрофлори або підвищують активність власної нормальної

мікрофлори кишечника в організмі людини. Відповідно, пробіотичними продуктами здорового харчування називають продукти, що містять в якості фізіологічного функціонального харчового інгредієнта спеціально підібрані штами корисних для людини живих мікроорганізмів, які сприятливо впливають на відновлення і нормалізацію мікрофлори травного тракту [4].

Відомо, що кисломолочні ферментовані продукти розглядаються як основні постачальники пробіотичних мікроорганізмів в організм людини, які здатні відновити і підтримувати нормальну мікрофлору кишечника, покращити здоров'я і подовжити тривалість життя. Зміни у складі кишкової мікрофлори призводять до зниження роботи імунної системи, порушення процесу травлення і всмоктування корисних речовин, порушення обмінних процесів, зниження засвоєння вітамінів, макро- і мікроелементів тощо. Біфідобактерії – одна з найбільш важливих груп мікроорганізмів кишечника, які домінують у анаеробній флорі товстої кишки. Поряд з іншими представниками корисної мікрофлори кишечника людини, біфідобактерії, виконують різноманітні функції, які сприяють нормальній роботі всіх життєво важливих органів і систем людини, захищають внутрішнє середовище організму від зовнішніх небезпечних бактерій. Пробиотичні культури (біфідобактерії, ацидофільні палички та ін.) позитивно впливають на структуру слизової оболонки кишечника і її адсорбційну здатність. Вони синтезують вітаміни групи В і природні антибіотики, які здатні пригнічувати ріст патогенних мікроорганізмів.

Поряд з антибіотичними властивостями, які обумовлені життєдіяльністю молочнокислих бактерій, кисломолочні продукти, на відміну від молока, добре перетравлюються і утилізуються організмом, що особливо важливо для дітей, людей старшого та похилого віку. Кисломолочні продукти в харчуванні людей різних вікових груп забезпечують організм енергетичними складовими і біологічно активними речовинами [7]. Їх споживання сприяє підвищенню неспецифічної резистентності організму до різних захворювань. Кисломолочні продукти рекомендується застосовувати при виснаженні, втраті апетиту, недокрів'ї, для профілактики багатьох захворювань, в тому числі серцево-судинних і онкологічних.

Особливо важлива роль біфідобактерій у підтримці та оздоровленні мікрофлори кишково-шлункового тракту. При порушеннях мікробіоценозу спостерігається зменшення абсолютної кількості біфідобактерій, збільшення кількості до порушення обмінних процесів в організмі, зниженню імунітету, виникненню та загостренню хронічних захворювань кишково-шлункового тракту [2]. Використовуючи сучасні біотехнологічні прийоми в комплексі з традиційними харчовими технологіями, створюються нові ферментовані молочні продукти з контрольованим хімічним складом і оригінальними смаковими властивостями [6].

До перспективних напрямків в області оздоровчого або функціонального харчування відноситься розроблення біопродуктів на основі консорціумів пробіотичних бактерій, які мають більшу стійкість до несприятливих факторів

середовища і більш високу біохімічну активність у порівнянні з заквасками, що виготовлялись з використанням чистих культур [8].

Важливим критерієм здорового харчування вважається висока біодоступність поживних і біологічно цінних речовин при порівняно невеликій калорійності продуктів харчування. Особливого значення набувають продукти молочної промисловості, зокрема кисломолочні ферментовані продукти. У виробників кисломолочної промисловості значною популярністю користуються зернобобові і круп'яні добавки, як джерела харчових волокон, поліненасичених жирних кислот, макро- і мікроелементів.

Технології кисломолочних ферментованих продуктів з пробіотичними властивостями засновані патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів та продуктів їх метаболізму, що призводить на використанні заквасок та бакпрепаратів у вигляді чистих культур, в складі яких перевага віддається природним мікроорганізмам кишково-шлункового тракту. Біфідобактеріям належить провідна роль в нормалізації мікробіоцинозу кишечника. Вони не накопичують токсини, не мають гемолітичних властивостей, не утворюють пігменти, руйнують канцерогенні речовини. Колонізуючи слизову оболонку кишечника, біфідобактерії створюють механічний бар'єр для потрапляння збудників кишкової інфекції в слизову оболонку. Препарати на основі живих ліофілізованих культур біфідобактерій використовуються для харчування грудних дітей, лікування і профілактики дисбактеріозів, колітів та інших захворювань кишково-шлункового тракту.

Нами проведено дослідження хімічного складу вівсяного та рисового борошна для дитячого харчування, яке використали при виробництві кисломолочних ферментованих десертних продуктів. Встановлено, що в дослідних зразках рослинного борошна відсутня ліпаза – фермент, який гідролізує жир, що може призводити до появи вад у готовій молочній продукції з їх використанням. Хімічний склад використаного рослинного борошна наведено в (табл. 1).

Таблиця 1

Хімічний склад рослинного борошна

Рослинне борошно	Вода, %	Білок, %	Жир, %	Крохмаль, %	Харчові волокна, %	Зола, %
Вівсяне	9,94	13,11	6,8	63,7	4,6	1,85
Рисове	10,64	6,95	0,6	79,2	2,1	0,51

Вівсяне борошно, порівняно з рисовим, містить майже в два рази більше білка і харчових волокон, а також майже в 4 рази більше мінеральних речовин. До складу вівсяного борошна входить два види харчових волокон – розчинні і нерозчинні.

Рисове борошно виробляють з полірованого рису. Таке борошно не містить глютен, тому його використовують у виробництві безглютенового харчування, яке необхідно людям, що не сприймають глютен, а також для дитячого харчування. Рисове борошно характеризується великою кількістю крохмалю - 79,2 %, і незначною кількістю жиру-0,6 %. Крохмаль рисового

борошна, що складає основну масу вуглеводів, легко перетравлюється в організмі людини. За вмістом крохмалю рисове борошно займає лідируючі позиції серед інших видів рослинного борошна. Тому продукти із рису використовують у лікувальному харчуванні при шлунково-кишкових захворюваннях.

Вівсяне борошно містить вітаміни, мг/100 г: В1 – 0,36, В2 – 0,1, РР – 1,0 які зміцнюють нервову систему, а також жиророзчинні вітаміни Е (0,7 мг/100 г) і К (3,2 мкг/100 г). Рисове борошно містить вітамінів групи В значно менше, але переважає за вмістом вітаміну РР – 1,4 мг/100 г.

До складу вівсяного борошна входить значна кількість необхідних організму людини макро- і мікроелементів: кальцію (56 мг/100 г), фосфору (452 мг/100 г), калію (371 мг/100 г), магнію (144 мг/100), селену (34 мкг/100). Вівсяне борошно значно переважає рисове борошно за вмістом мінеральних речовин.

Рисове борошно використовують у всьому світі при виробництві дитячих дієтичних продуктів харчування, як продукт, що містять багато вуглеводів, амілопектин, біотин та цинк. Крохмаль рисового борошна легко засвоюється, а продукти з рису застосовують у лікувальному харчуванні при шлунково-кишкових розладах.

Рисове борошно в промисловості використовують як натуральний згущувач і структуроутворювач, який має високу харчову цінність, зв'язує і утримує воду у співвідношенні 1:4 та утворює стійкі гелі.

Висновки. При виробництві кисломолочних ферментованих продуктів доцільно використовувати комбіновану закваску з біфідо- і лактобактерій а також рослинне борошно – вівсяне і рисове доцільно використовувати при виробництві кисломолочних ферментованих продуктів, тому що за своїм складом вони не тільки будуть сприяти розвитку корисної кишкової мікрофлори, але й приймати участь в утворенні структури, яка притаманна кисломолочній десертній продукції.

Список використаної літератури

1. Капрельянц Л.В., Іоргачова К.Г. Функціональні продукти. Одеса, 2003. 312 с.
2. Соломон А.М., Полевода Ю.А. Кисломолочні десерти збагачені біфідобактеріями. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 2 (105). С. 66-74.
3. Власенко В.В., Соломон А.М., Паулина Я.Б. Сучасний стан та перспективи виробництва кисломолочних продуктів функціонального призначення. *Харчова наука і технологія. Харчова наука і технол.* № 4 (9). 2009. С. 21-23.
4. Solomon A., Bondar M., Dyakonova A. Substantiation of the technology for fermented sour-milk desserts with bifidogenic properties. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1/11 (97). P.6-16.

5. 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.

6. Соломон А.М., Полевода Ю.А. Пробиотики і їх роль у виробництві кисломолочних продуктів спеціального призначення. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 3 (106). С. 56-65.

7. 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.

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.

Вікторія БАБІЙ⁹,
студентка 2 курсу,
факультет технології виробництва, переробки
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ І БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ОБРОБКИ СИРОВИНИ КОНСЕРВНОГО ВИРОБНИЦТВА

***Анотація.** Останнім часом консерви відіграють важливу роль у раціоні більшості людей як у розвинених країнах, так і в країнах, що розвиваються. Через свій хімічний склад і фізико-хімічні та біологічні характеристики більшість харчових продуктів дуже швидко псуються і легко змінюються фізичними, хімічними та біологічними агентами. Харчова промисловість і навколишнє природне середовище мають тісний зв'язок, завдяки чому запаси сировини використовуються для виробництва консервів. В даній статті йдеться про фізико-хімічні основи обробки сировини консервного виробництва. Технологічні рішення виробництва даного виду продукції постійно вдосконалюються, особливої уваги заслуговують нетермічні технології. Використання яких забезпечують зниження втрат поживної цінності, особливо щодо термолабільних компонентів.*

***Ключові слова:** фізико-хімічна обробка, сировина, виробництво, овочі, м'ясо, молоко, консервування, терміни зберігання, якість.*

***Annotation.** Recently, canned food has played an important role in the diet of most people in both developed and developing countries. Due to their chemical*

⁹Науковий керівник: Берник І.М., д.т.н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій ВНАУ.

composition and physico-chemical and biological characteristics, most food products spoil very quickly and are easily altered by physical, chemical and biological agents. The food industry and the surrounding natural environment have a close connection, thanks to which raw material reserves are used for the production of canned goods. This article deals with the physico-chemical basics of processing raw materials for canning production. Technological solutions for the production of this type of product are constantly being improved, non-thermal technologies deserve special attention. The use of which ensures a reduction in the loss of nutritional value, especially in relation to heat-labile components.

Key words: *physical and chemical processing, raw materials, production, vegetables, meat, milk, canning, shelf life, quality.*

Вступ. Загальновідомо, що виробництво консервів включає процеси обробки сировини, консервування, витримування та закупорювання, стерилізації та охолодження.

Конкретні вимоги до процесу відрізняються залежно від продуктів.

Консервна продукція відіграє вирішальну роль у повсякденному харчуванні кожної людини в усьому світі, де вона (консерва) забезпечує якісну їжу, яка може зберігатися протягом тривалого часу в порівнянні зі свіжою їжею [1-3]. Виробництво консервів, як і будь-яка інша галузь, включає обробку, зберігання та транспортування матеріалів. Відповідно ці види діяльності в свою чергу призводять до утворення відходів і викидів і можуть негативно вплинути на навколишнє середовище, якщо вони не будуть добре сплановані та застосовані. Важливо вказати на те, що ці негативні наслідки можуть включати забруднення повітря та води та ґрунту. Серед основних забруднювачів, що утворюються цією промисловістю, органічні забруднювачі є дуже важливими.

Варто врахувати те, що консервування зберігає більшість поживних речовин у продуктах. Білки, вуглеводи та жири залишаються незмінними, а також вітаміни А, С, D та B₂. Збереження вітаміну B₁ залежить від кількості тепла, що використовується під час консервування. Деякі вітаміни та мінерали можуть розчинятися в розсолі або сиропі в банці під час обробки, але вони зберігають свою поживну цінність, якщо споживати ці рідини.

Виклад основного матеріалу. Необхідно зазначити те, що через свій хімічний склад і фізико-хімічні характеристики більшість харчових продуктів дуже швидко псуються і легко змінюються фізичними, хімічними, а також біологічними агентами. Для того, щоб збільшити термін їх придатності і, таким чином, забезпечити їх транспортування та зберігання, необхідно проводити спеціальні технологічні обробки, які захищають їх від агентів псування [3].

Слід наголосити на тому вагомому чиннику, що консервування є одним з найважливіших процесів збереження харчових продуктів. Починаючи з перших робіт французького винахідника Ніколя Апперта, котрий розробив метод консервації продукції, було проведено значні дослідження, які в свою чергу спрямовані на вдосконалення процесу та зосереджені на розробці нових

матеріалів для пакування, на оптимізації термічної обробки та їх адаптації до характеристик харчових продуктів, відповідно які будуть використовуватися.

Більшість овочів, фруктів, м'ясних і молочних продуктів, а також оброблені харчові продукти зберігаються в жерстяних банках, але безалкогольні та багато інших напоїв тепер зазвичай зберігаються в алюмінієвих банках, які легші та не іржавіють. Алюмінієві банки виготовляють методом ударної екструзії; Корпус банки виточується цільним шматком з цілісного алюмінієвого листа за допомогою штампа для штампування. Цей безшовний шматок із заокругленим дном потім закривається другим шматком як кришкою. Язички, що використовуються в балончиках, що відкриваються, також виготовлені з алюмінію. Біметалічні банки виготовляються з алюмінієвих корпусів і сталевих кришок [4].

Консервні заводи, як правило, розташовані поблизу місць вирощування продукту, який пакується, оскільки бажано консервувати продукти якомога швидше після збору врожаю. Сам процес консервування складається з кількох етапів: очищення та подальша підготовка харчової сировини; його бланшування; наповнення контейнерів, як правило, під вакуумом; закриття та опломбування контейнерів; стерилізація консервів; маркування та складування готової продукції. Очищення зазвичай передбачає пропускання сирих продуктів через резервуари з водою або під розпиленням води під високим тиском, після чого овочі чи інші продукти нарізають, очищають від шкірки, видаляють серцевину, нарізають скибочками, сортують, замочують, пюрують тощо. Майже всі овочі та деякі фрукти вимагають бланшування шляхом занурення в гарячу воду або на пару; цей процес пом'якшує тканини овочів і робить їх достатньо гнучкими для щільного укладання, а також слугує для інактивації ферментів, які можуть спричинити небажані зміни в їжі перед консервуванням. Бланшування також служить додатковою чи остаточною операцією очищення.

Метою консервування є тривале збереження харчових продуктів, тому сировина є важливою вимогою промисловості. Для консервування повинна бути доступна сировина вищої якості. Сировину, яка використовується для консервування, можна класифікувати наступним чином:

Сільськогосподарська продукція – фрукти, наприклад: яблука, апельсини, ананаси, груші, персики, ягоди, вишня, манго. Овочі – зелена квасоля, морква, горох, кукурудза, шпинат, капуста, картопля, буряк, пагони бамбука тощо [5].

Продукти тваринництва – наземні тварини, наприклад свинина, яловичина, м'ясо птиці, баранина. Водні тварини – наприклад, ракоподібні, морські ссавці, включаючи риби, такі як лосось, тунець, скумбрія, сардина, оселедець, щука, тощо, а також молюски, такі як краби, омари, креветки, каракатиці та зелені мідії.

Інші – оброблені продукти, такі як згущене молоко, супи, дитяче харчування та сухе молоко.

На сьогоднішній день відома та набули використання низка методів, які відрізняються сутністю впливу на мікрофлору (рис. 1).



Рис.1 Методи консервування продукції [1]

До методів консервування продуктів належать:

1) Фізичні, котрі включають в себе:

- консервування низькими температурами, тобто заморожування;
- консервування високими температурами, тобто це є пастеризація або стерилізація;
- асептична стерилізація.

2) Фізико-хімічні:

- консервування сіллю та цукром;
- сушіння.

3) Біологічні:

- копчення;
- квашення;
- маринування.

Необхідно врахувати те, що інновації, котрі набули використання харчовій консервній промисловості, загалом призводять до вдосконалення продуктів і технологій, а не до революційних інноваційних технологій. Технологічні інновації стають вирішальними для розвитку консервного сектора, особливо з точки зору відстеження, безпечності харчових продуктів і розробки циклічних і стійких моделей, спрямованих, зокрема, на зменшення харчових відходів.

Консервовані харчові продукти мають досить тривалий термін зберігання; тому їм потрібні пакети, які не скасовують бактерицидну дію теплової обробки. З цієї причини використовуються герметичні контейнери. Найбільш часто використовуваними матеріалами є жерсть, скло та полірований картон. Жерсть, тобто лист м'якої сталі, на який нанесено тонкий шар олова, є легкою та

непроникною для світла та кисню. Іншими перевагами є економічність, легкість обробки та 100% можливість переробки [2].

Біологічні методи консервування харчових продуктів. Використання мікробіоти або антимікробних засобів для збільшення терміну придатності харчових продуктів є новою галуззю науки. Ферментація є типовим прикладом цього процесу, в якому мікроби вирошуються природним шляхом або шляхом додавання. Процес ферментації виробляє низку корисних продуктів з бактеріями, які допомагають зменшити псування їжі та позбавляють її від патогенних мікроорганізмів і метаболітів.

Біоконсервація – це техніка консервування харчових продуктів, у якій використовується антимікробний потенціал природних організмів та їхніх метаболітів. Він здатний гармонізувати та обґрунтувати необхідні стандарти безпеки з традиційними засобами консервування та сучасними вимогами безпеки та якості харчових продуктів. Методи біоконсервування різних харчових продуктів в основному покладаються на якість біологічних антимікробних систем, таких як молочнокислі бактерії або їх бактеріоцини, бактеріофаги та кодовані бактеріофагами ферменти. Вони широко використовуються в харчовій промисловості для отримання типової текстури та смаку харчових продуктів. Вони допомагають підтримувати якість і безпеку харчових продуктів і є звичайними біоконсервантами в промислово розвинених країнах [3].

Слід вказати на те, що обробка та зберігання харчових продуктів є нормальною та необхідною діяльністю, щоб отримати та насолоджуватися широким асортиментом продуктів, які ми знаємо, забезпечуючи їх безпечність та різноманітні сенсорні та харчові профілі.

Однак інколи ці процеси мають негативні наслідки, що призводять до зниження поживної цінності, зміни сенсорних властивостей або навіть до утворення сполук, які можуть бути шкідливими для здоров'я споживача. Щоб уникнути небажаних ефектів і отримати все більш поживні харчові продукти, які відповідають потребам і очікуванням споживачів, необхідно постійно генерувати знання про вплив технологічних обробок і зберігання на харчові компоненти і властивості, щоб оптимізувати ці процеси і мінімізувати їх негативний вплив.

Дослідження фізико-хімічних показників консервованих продуктів, перевірених під час зберігання представлено у таблиці 1 [4].

Варто врахувати той чинник, що згідно даних, котрі наведено в табл. 1 стосовно фізико-хімічних показників консервованої продукції за період від 0 до 6 місяців показники активності води та рівень кислотності демонструє незначні відхилення. А відповідно це відображається на якості продукції.

Технологія виробництва консервів дозволяє зберігати їх за кімнатної температури на довготривалій термін. Це одна з причин, чому ці товари користуються таким попитом. Гарантія якості, яку вони пропонують протягом тривалого часу, дозволяє тим, хто має їх на своїх кухнях або в ресторанах,

пропонувати своїм клієнтам першокласний продукт за нижчою ціною, ніж свіжі продукти [5].

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники консервованих продуктів, перевірені під час зберігання

Продукт	Час (місяців)	Активність води	Рівень рН
Молоко	0	0.99±0.01	6.59±0.09
	1	0.98±0.01	6.59±0.08
	3	1.00±0.01	6.61±0.09
	6	0.98±0.01	6.56±0.08
Майонез	0	0.97±0.01	3.80±0.04
	1	1.00±0.01	3.82±0.05
	3	0.96±0.01	3.82±0.05
	6	0.94±0.01	3.7±0.10
Джем	0	1.00±0.04	3.64±0.06
	1	0.96±0.01	3.66±0.04
	3	0.97±0.00	3.67±0.05
	6	0.93±0.01	3.65±0.04

Таким чином консерви можуть бути частиною здорового харчування, але важливо їх ретельно обирати. Читаючи етикетки та вибираючи консерви з низьким вмістом солі, цукру та консервантів, споживачі консервованої продукції можуть зменшити потенційні ризики для здоров'я.

Висновки. Прагнення споживачів до якісної продукції спонукає до розробки альтернативних технологій зберігання консервів, котрі засновані на високих температурах. Важливо вказати найперспективнішими технологіями є нетермічні, завдяки яким компанії консервного сектора можуть мінімізувати втрату поживної якості – особливо щодо термолабільних компонентів – зміни кольору, смаку та аромату, які спричинені звичайними термічними процесами, стерилізацією в першу чергу.

Список використаної літератури

1. Верхівкер, Я. Г., Мирошніченко, О. М. Сучасні види полімерної тари для консервованих харчових продуктів. *Товарознавчий вісник*. 2021, № 1 (14), С. 6-17. <https://doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2021-14-1>.
2. Назарко І.С. Фізико-хімічні і біологічні основи технології галузі: конспект лекцій. Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулюя, 2013. 156 с.
3. Загальні технології харчової промисловості. навч. посіб. Ф.В. Перцевой та ін. Х. : СНАУ, 2021. 317 с.
4. Куць О. І., Бокій О. В. Напрями продовольчої політики в Україні та світі. *Продовольчі ресурси*. 2020. Т. 14. С. 262–276. <https://doi.org/10.31073/foodresources2020-14-27>
5. Горач О. О., Новікова Н. В. Товарознавство харчових продуктів: навч. посіб. Херсон: ХДАЕУ, 2023. 345 с.

Максим КУЧИНСЬКИЙ¹⁰,
магістр 1-го року навчання,
факультет технології виробництва, переробки
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

КВАСОЛЯ У ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

***Анотація.** На основі аналізу науково-технічної літератури встановлено, що зернобобові займають виняткове місце серед продовольчої сировини завдяки унікальному біохімічному складу, обумовленому, головним чином, високим вмістом білка. Зернова квасоля є джерелом функціональних інгредієнтів: харчових волокон, амінокислот, вітамінів, макро- і мікроелементів. Аналіз хімічного складу дає уявлення про харчову цінність продукту, а також дає змогу спрогнозувати технологічні властивості та біологічні ефекти під час вживання цього продукту. Як рослинна сировина обрана квасоля, так як це високобілкова культура, білки якої за складом близькі до білка тваринного походження. Квасоля багата на незамінні амінокислоти, дуже важливі для людського організму, білки квасолі прирівнюються до білків дієтичних курячих яєць. Їх засвоюваність становить 75%. Завдяки багатому складу квасоля неодмінно входить до складу вегетаріанських дієт.*

***Ключові слова:** квасоля, напівфабрикати, м'ясо, якість, харчова цінність*

***Annotation.** Based on the analysis of the scientific and technical literature, it was established that legumes occupy an exceptional place among food raw materials due to their unique biochemical composition, due mainly to their high protein content. Grain beans are a source of functional ingredients: dietary fiber, amino acids, vitamins, macro- and microelements. Analysis of the chemical composition gives an idea of the nutritional value of the product, and also makes it possible to predict the technological properties and biological effects during the use of this product. Beans are rich in essential amino acids, very important for the human body, the proteins of beans are equal to the proteins of dietary chicken eggs. Their digestibility is 75%. Thanks to its rich composition, beans are a must for vegetarian diets.*

***Keywords:** beans, semi-finished products, meat, quality, nutritional value*

***Вступ.** Останнім часом у м'ясній промисловості намітилася стала тенденція створення та виробництва продуктів, в яких м'ясну основу комбінують з білками рослинного походження. Дана проблема в м'ясній галузі ставить як перед підприємствами, так і перед науковими організаціями завдання – пошук нетрадиційних видів сировинних джерел, що дозволяють*

¹⁰Науковий керівник: Надія Новгородська, к.с.-г.н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій.

створювати нове покоління м'ясних продуктів різної функціональної спрямованості, що задовольняють фізіологічні потреби організму людини.

Значно зростає попит на продукти функціонального харчування. Відповідно до цього перед виробниками стоїть завдання створювати м'ясні продукти функціонального призначення, в рецептурі яких передбачається внесення рослинного компонента з метою збільшення харчової та біологічної цінності продукту.

У зв'язку з цим використання рослинних сировинних джерел, зокрема бобових, може вирішити проблему забезпечення населення цінним високоякісним білком. Дослідженнями вітчизняних та зарубіжних вчених в галузі створення абсолютно нових продуктів харчування з новими харчовими та біологічними властивостями активно використовуються різні зернобобові культури, однією з найпоширеніших і затребуваних вважається квасоля [1].

Як рослинна сировина обрана квасоля, так як це високобілкова культура, білки якої за складом близькі до білка тваринного походження. Квасоля багата на незамінні амінокислоти, дуже важливі для людського організму, білки квасолі прирівнюються до білків дієтичних курячих яєць. Їх засвоюваність становить 75%. Завдяки багатому складу квасоля неодмінно входить до складу вегетаріанських дієт [2]. Її білок за своєю харчовою цінністю перевершує багато сортів м'яса та риби. Квасоля містить у своєму складі безліч мікро-і макроелементів, а також вітамінів В₁, В₂, В₃, В₆, С, Е, К, РР, незамінних амінокислот, каротин та ін.

Мета роботи – вивчення функціональних властивостей квасолі, як джерела біологічно активних речовин.

Виклад основного матеріалу. Сучасні технології виробництва продукції з м'ясної сировини, крім вмісту високоякісного білка, сприяють забезпеченню високої якості смакових і поживних властивостей продуктів.

На сьогоднішній день перед харчовою промисловістю стоїть проблема доведення якості вітчизняної продукції до рівня світових стандартів та забезпечення її конкурентоспроможності на світовому ринку. У зв'язку з цим виникає необхідність перегляду асортименту виробленої продукції, і переробка м'ясної сировини з метою створення функціональних м'ясних виробів набуває особливої значущості.

Зростаюча потреба в харчовому білку і посилення вимог до генетично модифікованих продуктів стимулюють інтерес до нових джерел харчового білка. Продукти, що містять білок тільки тваринного або рослинного походження, мають меншу біологічну цінність, ніж при їх спільному використанні в оптимальному співвідношенні [1].

Рослинна сировина на відміну від м'ясної багата макро і мікроелементами, вітамінами, включаючи клітковину, вона служить джерелом біологічно активних речовин, що дає можливість збагатити нові види м'ясних виробів не тільки функціональними інгредієнтами і підвищити засвоюваність, але й одержати продукти, що відповідають фізіологічно. Найбільш інтенсивно досліджуються зернобобові як джерело білка, серед них особливий інтерес

викликає квасоля. Серед різноманітних поживних рослин та альтернативних джерел білка квасоля представлена як найбільш традиційна, поживна та доступне джерело білка [3]. Серед бобових квасоля є недорогим джерелом високого рівня білка, амінокислот, вуглеводів, харчових волокон, вітамінів, фенольних кислот і флавоноїдів. Відомо, що квасоля відіграє певну роль у контролі метаболічних порушень, а також використовується як антидіабетик, що обумовлено присутністю у ній хінолізидинових алкалоїдів. Крім фізіологічних властивостей, квасоля має інші переваги: вона генетично не модифікована і, що особливо важливо, продукти з квасолі не містять глютену.

Квасоля – однорічна або багаторічна рослина з кучерявими, рідше прямостоячими стеблами. Біб лінійний або серповидний, сплюснутий або майже валькуватий, з двома стулками та тонкими перегородками між насінням. Насіння зазвичай ниркоподібне, з плоским або видутим у вигляді подушечки рубчиком. У світовому землеробстві відомо близько 20 видів, найпоширенішим із них є звичайна квасоля *Ph. vulgaris* (L.) Savі [4].

Хімічний склад насіння квасолі представлений у табл. 1.

Таблиця 1

Хімічний склад насіння квасолі

Харчові речовини	Вміст	Харчові речовини	Вміст	Харчові речовини	Вміст
Вода, %	14,0	Na, мг%	40	Каротин, мкг%	0
Білки, %	21,0	K, мг%	1100	B, мг%	0,5
Жири, %	2,0	Ca, мг%	150	B, мг%	0,18
Крохмаль, %	43,8	Mg, мг%	103	PP, мг%	2,1
Харчові волокна, %	12,4	P, мг%	480	ЕЦ, ккал	298
Зола, %	3,6	Fe, мг%	5,9	-	-

Харчова цінність насіння квасолі визначається високим вмістом білка та гарною засвоюваністю його організмом людини. У насінні квасолі в середньому білка міститься у півтора рази більше, ніж у пшениці, але менше, ніж у насінні гороху, сочевиці та інших бобових культур.

Найважливішими показниками якості сільськогосподарських культур, поряд з урожайністю є амінокислотний склад, вміст та біологічна цінність білка, табл. 2.

Таблиця 2

Незамінні амінокислоти

Амінокислота	Вміст	
	вміст, г/кг насіння	вміст, мг/г білка
Лізин	12,1	54,8
Треонін	10,3	46,6
Метіонін	4,0	18,1
Валін	10,3	46,6
Ізолейцин	7,5	33,9
Лейцин	14,2	64,3
Триптофан	2,6	11,8
Фенілаланін	10,1	45,7

Висновки. Комбінування м'ясної сировини із квасолею дозволяє, поряд з економією м'ясних ресурсів, отримати продукти досить високої харчової цінності, зниженої калорійності, які мають лікувальні властивості та покращені якісні характеристики.

Список використаної літератури

1. Микитчук І.І., Авдєєва Л.Ю. Використання рослинної сировини при виготовленні м'ясних паштетів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького*. 2012. Т. 14. № 2 (3). С. 245–248.
2. Пасічний В.М., Топчій О.А., Ткач Н.І., Гередчук А.М. Розробка технології паштету печінкового підвищеної харчової цінності. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. Серія: Технічні науки. 2019. № 1. С. 47-53.
3. Kan L., Nie S., Hu J., Wang S., Cui S.W., Li Y., Xu S., Wu Y., Wang J, Bai Z., et al. Nutrients, phytochemicals and antioxidant activities of 26 kidney bean cultivars. *Food Chem. Toxicol.* 2017. 108. 467–477.
4. Ковальов С.В., Ковальов В.М., Безугла О.М. Амінокислотний та мінеральний склад деяких видів *Phaseolus L.* *Вісник фармації*. 2011. № 2 (66). С. 41-44

Олександр ХРУСТИВСЬКИЙ¹¹,
студент 2 курсу,
факультет ветеринарної медицини,
Вінницького національного аграрного університету
Вінниця, Україна

ЕТОЛОГІЧНА РЕАКЦІЯ ОРГАНІЗМУ НЕТЕЛІВ НА ВПЛИВ ПАРАТИПОВИХ ФАКТОРІВ

Анотація. В рамках проведених досліджень вперше було проведено оцінку теплообмінних процесів між тілом нетелів та їхнім оточуючим середовищем під час утримання. Також було вдосконалено процес вирощування нетелів шляхом застосування оптимального методу їхнього утримання в модульно-групових клітках з можливістю відпочинку тварин у боксах.

Ключові слова: нетелі, худоба, утримання, умови, процес, відтворення, теплообмін, жива маса, проміри, баланс.

Annotation. As part of the research, the heat exchange processes between the body of heifers and their environment during keeping were evaluated for the first time. The process of rearing heifers was also improved by applying the optimal method of keeping them in modular group cages with the possibility of resting

¹¹Науковий керівник: Оксана Пікула доцент кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ.

animals in boxes.

Keywords: *heifers, cattle, housing, conditions, process, reproduction, heat exchange, live weight, measurements, balance.*

Ефективна система вирощування молодняка, яка враховує їхні біологічні особливості, сприяє здоровому зростанню, розвитку та формуванню високої продуктивності та стійкої конституції, що в свою чергу дозволяє продовжити їхнє використання у господарстві.

При аналізі потреб молодняка у енергії та поживних речовинах враховують його метаболічні особливості, які впливають на темпи росту на різних етапах розвитку [8].

Протягом перших двох днів життя телят можна допускати до корови, для отримання достатньої кількості молозива. Важливо, щоб обсяг першого відгодовування молозивом становив від 1,2 до 2 літрів. Починаючи з п'ятого дня життя, рекомендується додавати до години перед годуванням молоком 0,5 літра кип'яченої води.

Телятам надають кухонну сіль, кісткове борошно, крейду, кальцій фосфат та інші мінеральні добавки як джерело мінеральних речовин. Групи ремонтних телиць формуються з урахуванням віку та стану тварин, і різниця в їх живій масі не повинна перевищувати 15%. Рекомендується застосовувати безприв'язне утримання для забезпечення ефективності. Молодняк великої рогатої худоби утримують на дорошуванні та відгодівлі груповим або прив'язним утриманням на глибокій підстилці. Організація дорошування може бути у закритих приміщеннях, напіввідкритих або комбінації обох, залежно від кліматичних умов [6].

Обраний молодняк великої рогатої худоби утримують групами з урахуванням віку, статі та розвитку тварин з різницею в живій масі не більше 7% [3]. Родильні відділення поділяють на секції відповідно до розміру ферми. Перед наступним використанням денників та секцій проводять їх очищення та дезінфекцію. Для підготовки денників до отелень корів важливо провести очищення, дезінфекцію та настилання соломною перед очікуваним отеленням. Після народження телят корови переселяються у корівники для утримання в групах, які формуються з 25 корів, які отелювалися протягом 7-10 днів, та розміщуються в окремих секціях.

Вирощування ремонтних теличок молочної породи потребує уваги до умов утримання тварин. Вік теличок впливає на їхній фізіологічний стан, що проявляється у зниженні частоти пульсу та дихання. Це може бути показником непродуктивних витрат енергії кормів, що залежать від умов навколишнього середовища та умов утримання. Для оптимізації утримання молочної худоби важливо використовувати сучасні архітектурно-планувальні рішення в тваринницьких будівлях та дотримуватися нормативних вимог щодо мікроклімату, які встановлені в країнах ЄС [2].

На промислових комплексах, де рух обмежений, тварини утримуються на щілинних підлогах або на твердому покритті [1]. Це ставить перед фахівцями

галузі нові виклики, адже умови промислової технології часто негативно впливають на тварин. Швидке розповсюдження інфекційних захворювань є наслідком великої концентрації тварин. Відтак, виникає необхідність у відборі поголів'я за технологічними характеристиками.

Гіподинамія, особливо при прив'язному утриманні, змінює обмін речовин, що негативно впливає на ріст, розвиток та продуктивність худоби, включаючи нетелів та корів-первісток. Активний моціон сприяє формуванню захисного бар'єру в організмі до дії негативних факторів зовнішнього середовища, змінює поведінкові реакції та допомагає зменшити стрес [3].

Моціон має позитивний вплив на стан копитного рогу, а також сприяє профілактиці захворювань шляхом систематичного догляду за ними, включаючи обрізання та розчищення, а також застосування дезінфікуючих розчинів [7].

Підготовка нетелів до отелення включає стимуляцію розвитку їх вимені у другій половині тільності за допомогою масажу молочної залози. Це сприяє оптимальному формуванню залозистого епітелію у нетелей та рівномірному розвитку всіх частин вимені. Масаж вимені рекомендується проводити протягом 1-3 місяців перед очікуваним отеленням за допомогою ручних, механічних та вакуумних методів [5]. Отже, регулярний загартування, регулярний рух, профілактика копитного рогу та догляд за шкірою - важливий аспект для здоров'я нетелей, ремонтних телиць та корів-первісток при прив'язному утриманні.

Дослідження підтверджують, що окремі аспекти поведінки ремонтних телиць мають важливе значення для майбутньої молочної продуктивності корів-первісток, інтенсивності їх зростання та розвитку, віку першого осіменіння та індивідуальних особливостей фенотипу тварин.

Етологічні дослідження дозволяють визначити чинники, які впливають на тварин, та вдосконалювати умови їх утримання та догляду з метою поліпшення вирощування молодняку та підвищення ефективності виробництва продукції тваринництва [5].

Оцінка поведінки великої рогатої худоби здійснюється шляхом спостережень за їх реакцією на наявність корму, вибором місця відпочинку, актами сечовиділення та дефекації, а також іншими вказівниками. Деякі зміни поведінки тварин можуть бути спадковими, інші залежать від умов утримання та догляду [4, 7]. Реакція тварин на умови утримання, вирощування, годівлі та догляду має адаптаційний характер і впливає на їх здоров'я та продуктивність. Пошук оптимальних умов утримання та створення стресостійких типів худоби є важливими аспектами [4].

Дослідження показують, що тривалість відпочинку тварин лежачи та їх активність у споживанні корму залежать від часу доби та погодних умов. Необхідно враховувати ці фактори при складанні раціону та управлінні харчуванням тварин.

Методика виконання роботи. Експериментальні випробування відбувалися у СТОВ "Матейківінвестагро" (с. Матейків, Барський район,

Вінницька область) протягом 2022–2023 років на стаді корів. Дослідження проводились за допомогою науково-господарського підходу. Для досягнення поставленої мети була здійснена оцінка мікроклімату у приміщенні та аналіз енергетичних процесів теплообміну у життєдіяльності тварин. Результати досліджень були оброблені за допомогою біометричних методів та аналізу варіаційної статистики, з використанням комп'ютерних технологій та програмного забезпечення Microsoft Excel, а також розробленої методології.

Результати досліджень. У тваринницьких будівлях, де утримуються ремонтний молодняк, нетелі та корови-первістки, важливо дотримуватись ветеринарно-санітарних стандартів, проводити профілактичні заходи проти захворювань, дотримуватись гігієни виробництва та отримувати продукцію, яка пройшла ветеринарно-санітарну експертизу. З урахуванням того, що сухе повітря менш сприятливе для розвитку мікроорганізмів, важливо утримувати нормальний рівень вологості повітря, щоб зменшити їх можливість розмноження.

Температура у приміщеннях може позитивно або негативно впливати на терморегуляцію тіла тварин. У стійловий період організм тварин адаптується до температурного режиму, але при низьких температурах збільшується енергетичний витрати на підтримку тепла, що може вплинути на продуктивність та вартість утримання тварин.

Для знищення збудників інфекційних хвороб навколишнього середовища найбільш ефективною є дезінфекція, яка проводиться після ретельного механічного очищення тваринницьких приміщень. Передбачаються планова та технологічна дезінфекція для підтримання гігієнічного рівня приміщень та обладнання..

Аналіз поточного методу утримання молодняку є одним з ключових наукових показників, який спонукає виробників до розв'язання проблем шляхом модернізації існуючих типових приміщень до покращених, призначених для утримання різних груп молодняку великої рогатої худоби. У таблиці 1 наведені параметри мікроклімату та оцінка умов утримання нетелей для вдосконаленого утримання у селекційно-племінному корівнику. Аналізуючи дані з таблиці 1 досліджень, стає очевидним, що в березні значення параметрів мікроклімату гірші, у порівнянні з січнем 2023 року. Оцінка на рівні 3 балів відповідає таким показникам, як швидкість руху повітря, мікробозабрудненість повітря та вміст вуглекислого газу в атмосфері.

Загальна бальна оцінка становить 4,1 балів, що відповідає припустимому проектно-технологічному режиму. У порівнянні з оптимальним рівнем продуктивності тварин та витратами на корми, витрати знижуються на 8-10%, а збереженість молодняку – на 5%. У березні режим зміщується в сторону 3 балів, що відповідає гранично-допустимому експлуатаційному режиму.

Таблиця 1

Параметри мікроклімату приміщень за удосконалених умов утримання ремонтних телиць та нетелів в селекційно-племінному корівнику, n=5*

Параметр мікроклімату	Ремонтні телиці старше року та нетелі				
	норма	показник у січні	показнику березні	Бал	
Температура повітря, °С	8-16	10,4±0,23	13,6±0,19	4	5
Відносна вологість повітря, %	70-75	71±2,35	74±3,22	5	5
Швидкість руху повітря, м/с	0,30-0,50	0,22±0,08	0,21±0,12	4	3
Коефіцієнт природної освітленості, %	1,0-1,2	0,8	0,8	4	4
Мікробна забрудненість повітря, тис. мікробних тіл/м ³	до 70	63±2,34	96±4,32	4	3
Вміст CO ₂ , %	до 0,20	0,18±0,01	0,21±0,01	4	3
Вміст аміаку, мг/м ³	до 10	10±1,10	12±0,91	5	4
Середній бал		4,3	3,9	4,1	

Зокрема, з метою поліпшення умов утримання нетелей, розроблено план схеми для селекційно-племінного корівника на 60 голів нетелей, ураховуючи потреби в розширенні стада дійних корів.

Запропоновано 3 оптимальні варіанти утримання нетелей та корів-первісток: безприв'язне утримання у боксах з рівнем 10,01%, у комбібоксах з рівнем 9,24% та прив'язне утримання з рівнем 7,56%. З досліджень зрозуміло, що спостерігається тенденція до вищих значень живої маси у групах тварин, які утримуються безприв'язно з відпочинком у боксах, за винятком телят 1-місячного віку, отриманих від них. Найменші значення виявлені у групі нетелів, які утримуються безприв'язно на глибокій підстилці. Це свідчить про кращі умови утримання та мікроклімату в експериментальних групах, які характеризуються сухістю приміщень, вищими температурними показниками, відносно нижчою вологістю та меншими концентраціями шкідливих газів. Ці умови сприяють позитивному розвитку організму тварин та їх продуктивності, зокрема, збільшенню маси тварин, надій та приросту живої маси.

Результати моніторингу мікроклімату протягом різних сезонів: січня (зима), березня (весна) та листопада (осінь), за умов діючої технології утримання нетелів. Згідно з даними досліджень, всі показники знаходяться в межах норми, і жоден з них не перевищує допустимих значень.

Наступним кроком є збір зразків мікроклімату для вимірювання температури, відносної вологості, рівня аміаку та вуглекислого газу. Після цього проводиться оцінка кожного показника, складання загальної бальної оцінки та визначення рівня режиму (табл. 2).

З аналізу даних таблиці 2 очевидно, що за загальною оцінкою параметрів мікроклімату селекційно-племінного корівника для нетелів ми отримали 4,6 балів, що відповідає припустимому проектно-технологічному режиму.

Судячи з узагальненої оцінки гігієнічних умов утримання нетелей у тваринницькій будівлі, вони відповідають припустимому проектно-технологічному режиму, що оцінюється на 4 бали.

Таблиця 2

Параметри мікроклімату приміщень для утримання нетелів

Показник	Корівник			
	норма	січень	березень	листопад
Температура повітря, °С	8-10	13,7±0,29	15,4±0,31	16,1±0,18
Відносна вологість повітря, %	65-75	71±1,25	74±2,23	71±1,19
Швидкість руху повітря, м/с	0,50-1,0	0,36±0,06	0,25±0,21	0,27±0,31
Вміст CO ₂ , %	0,25	0,16±0,01	0,21±0,03	0,20±0,02
Вміст NH ₃ , мг/м ³	20	17±0,42	19±0,68	15±0,56

З аналізу даних таблиці 2 очевидно, що за загальною оцінкою параметрів мікроклімату селекційно-племінного корівника для нетелів ми отримали 4,6 балів, що відповідає припустимому проектно-технологічному режиму.

Судячи з узагальненої оцінки гігієнічних умов утримання нетелей у тваринницькій будівлі, вони відповідають припустимому проектно-технологічному режиму, що оцінюється на 4 бали.

Дотримання рівня зони термічної нейтральності тварин – резерв додаткових енергоносіїв. У період з осені до весни, тваринницькі приміщення відіграють захисну роль, що захищає тварин від холоду та погіршення погодних умов. Одночасно ці приміщення утруднюють доступ тваринам до позитивних природних факторів, таких як свіже повітря, сонячне світло, та обмежують їх вільний рух. Тому пошук ефективних методів створення мікроклімату в тваринницьких спорудах полягає у наближенні умов утримання тварин до природних. Одним із ключових аспектів нормального мікроклімату в приміщеннях є їх відповідність фізіологічному стану тварин, що не порушує теплообмін та інші фізіологічні процеси. Норми для мікроклімату в приміщеннях містять вимоги щодо забезпечення повного здоров'я тварин, нормального функціонування статевих органів та оптимальної інтенсивності процесів, що безпосередньо впливають на їх продуктивність.

Для кожної тварини існує певна зона, де температура оточуючого середовища забезпечує нормальне утримання тіла без значних зусиль для його регуляції з боку тварини. Ця зона відома як термічна комфортність або зона термічної нейтральності. Комфортне утримання тварин визначається гігієною. Вплив температури навколишнього середовища на продуктивність тварин стає помітним, коли вона перевищує або опускається за межі термічної індиферентності.

При розгляді можливостей збереження енергії на сучасних фермах з вирощування скоту доцільно враховувати потреби високопродуктивних тварин у відповідному температурному режимі. Велика рогата худоба відрізняється значним виділенням тепла. Тому лише 15-25% виробничих площ, таких як приміщення для телят, профілакторії та службові приміщення, опалюються на сільськогосподарських підприємствах, які виробляють скотарську продукцію. Проте, виділення тепла від ремонтного молодняка при безприв'язному утриманні складає 97 Вт/ккал/год. За період вирощування додаткове тепло становить 547560 Вт/ккал/год. для прив'язного утримання та 628560

Вт/ккал/год. для безприв'язного, що перевищує на 14,8%.

Енергетична цінність живої маси ремонтних телиць за прив'язного утримання становить 2459,8 МДж, тоді як за безприв'язного утримання це значення складає 3508,4 МДж, що перевищує перше на 42,6%.

Енергетична цінність витрати кормів тварин за безприв'язного утримання перевищували витрати для тварин із прив'язним утриманням на 15,4%. Крім того, частка тепла, що виділяється молодняком, використовується для обігріву повітря, що надходить до приміщення, і перевага за безприв'язним способом утримання становила 21,9%.

Енергоефективні стратегії для досягнення термічної комфортності при утриманні ремонтного молодняку дозволяють покращити використання кормів та досягати збільшення живої маси в рамках програми цілеспрямованого вирощування ремонтного молодняку. Баланс енергії у теплообмінних процесах між організмом тварин та навколишнім середовищем відображається у таблиці 3.

Таблиця 3

Оцінка теплообмінних процесів між організмом і довкіллям, n=10

Показник	Умови утримання		Удосконалені до існуючих	
	існуючі (у стійлах)	удосконалені (у боксах)	±	%
Жива маса у 24 місяці, кг	458	479	21,0	4,59
Тривалість вирощування, днів	720	720	0,0	0,00
Ціна реалізації 1 голови, грн.	21984	22992	1008,0	4,59
<i>Надходження енергії:</i>				
Енергетична цінність проросту живої маси нетелів, МДж	44884	46942	2058,0	4,59
Енергетична цінність вирощування нетелів, МДж	108186,8	120190,5	12003,7	11,10
Енергетична цінність тепловиділень організму тварин, МДж	847,8	886,7	38,9	4,59
Енергетична цінність виділених екскрементів тварин, МДж	141577,6	141577,6	0,0	0,00
<i>Витрати енергії:</i>				
Енергетична цінність затрат праці, МДж	23,1	24,1	1,1	4,59
Енергетична цінність затрат кормів, МДж	595400	622700	27300,0	4,59
Енергетична цінність на обігрів повітря організмом тварин, МДж (12%)	101,7	106,4	4,7	4,59
ПЕОК обм. процесів, балів	7,8	17,0	9,2	117,86

З таблиці 3 видно, що енергетична характеристика теплообмінних процесів між тілом нетелів та оточуючим середовищем у селекційно-племінному корівнику відповідає за поточних умов утримання худоби – допустимому рівню енергозбереження. Проте, при поліпшенні умов утримання, енергетичний рівень досягає прогресивного рівня енергозбереження, що стимулює розвиток та підвищення продуктивності тварин.

Використання додаткового тепла для обігріву повітря у тваринницькому приміщенні проявляє більшу ефективність у випадку утримання ремонтного

молодняку безприв'язно на 14,8% у порівнянні з прив'язним способом. Величину виділеного тепла можна визначити за допомогою ВНТП-АПК-01.05 (див. стор. 78, таблиця 30). Наприклад, якщо маса тварини складає 430 кг, а згідно з Відомчими нормами технологічного проектування ця маса повинна бути 470 кг, то розраховуємо: 870 Вт (ккал/год) ($430 \times 870 / 470$). Використання тепла для підігріву повітря становить 12%, що означає, що 95,52 Вт /ккал/год витрачається на обігрів повітря.

Висновки 1. Сукупна оцінка на рівні 4,1 бали відповідає припустимому проектно-технологічному режиму. У порівнянні з оптимальним рівнем, характеристики продуктивності телят та витрати на корми знизились на 8-10%, а виживаність молодняку скоротилась на 5%. Проте, у березні режим переважно націлений на 3 бали, що відповідає максимально припустимому експлуатаційному режиму. Спостерігається аналогія між високими показниками живої маси в групі нетелів, які утримуються безприв'язно з можливістю відпочинку у боксах.

2. Енергетична характеристика процесів теплообміну між організмом нетелів та навколишнім середовищем у різних умовах утримання вказує на два рівні: допустимий, який спостерігається при стандартних умовах утримання, та прогресивний, характерний для удосконалених умов у селекційно-племінному корівнику.

Список використаної літератури

1. Варпіховський Р. Л. Вплив мікроклімату та клінічних показників теличок і нетелей української чорно-рябої молочної породи. *Збірник наукових праць*. 2018. Вип. 3 (102). С. 94-100.

2. Голубенко Т. Л. Порівняльна оцінка росту, розвитку та м'ясної продуктивності бичків чорно-рябої породи та абердин-ангуських помісей. *Збірник наукових праць*. 2019. Вип. 1 (104). С. 86-93.

3. Підпала Т.В., Остапенко О.М., Ясевін С.Є., Дровняк О.В., Марикіна О.С., Гребенюк Н.В. Інтенсивні технології у молочному скотарстві: монографія. 2018. 250 с.

4. Скоромна О.І., Дідоренко Т.О. Критерії балансування мінерального живлення корів за продукцією молока і обмінними процесами. *Збірник наукових праць*. 2017. Вип. 5(99), Т. 2. С. 54-62.

5. Стадницька О.І. Особливості процесу онтогенезу ремонтних телиць української чорно-рябої молочної породи. *Збірник. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 69(1). С. 207-218.

6. Яремчук О.С., Варпіховський Р.Л. Санітарно-гігієнічна оцінка умов вирощування нетелів за різних способів утримання ремонтних телиць. *Монографія*. 2019. С. 180.

7. Haley D. B. Behavioural indicators of cow comfort: activity and resting behavior of dairy cows in two types of housing. *Canadian Journal of Animal Science*. 2000. вол80 (2). P. 257-263.

8. Krpalkova L., Cabrera V. E., Kvapilik J., Burdych J., Crump P. Associations between age at first calving, rearing average daily weight gain, herd milk yield and dairy herd production, reproduction, and profitability. *Journal of dairy science*. 2014. vol.97 (10). P. 6573-6582.