

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



**ЗБІРНИК
СТУДЕНТСЬКИХ НАУКОВИХ
ПРАЦЬ**

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

№4
(12)

2023

Вінницький національний аграрний університет

Збірник
студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ
№ 4(12), 2023

м. Вінниця 2023

**Збірник студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ
№ 4(12), 2023**

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

Засновник:

Вінницький національний аграрний університет

Редакційна колегія:

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

Заступники головного редактора:

кандидат сільськогосподарських наук, доцент **Дідур І.М.;**

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

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

Члени редакційної колегії:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

©Вінницький національний аграрний університет, 2023

Collection of student research papers
AGRICULTURAL SCIENCES
№ 4(12), 2023

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

Founder:

Vinnytsia National Agrarian University

Editorial board:

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

Deputy Editors-in-Chief:

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor **Didur I.;**

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

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

Members of the Editorial Board:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

© Vinnytsia National Agrarian University, 2023

**Збірник студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ**

До друку приймаються статті за спеціальностями:

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

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

Матеріали друкуються українською та англійською мовами.

Номер схвалено і рекомендовано до друку рішенням Вченої ради
Вінницького національного аграрного університету,
протокол № 5 від 24 жовтня 2023 року.

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

Підписано до друку 24 жовтня 2023 року

Формат 60x84/8.

Папір офсетний. Друк офсетний.

Ум. Друк. арк. 38,4. Тираж 100. Зам. № __

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

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

**Collection of student research papers
AGRICULTURAL SCIENCES**

Articles by specialties are accepted for publication:

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

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

Materials are published in Ukrainian and English.

The issue was approved and recommended for publication by the decision of the Academic Council of Vinnytsia National Agrarian University, Minutes № 5 dated October 24, 2023.

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

Signed for printing on October 24, 2023

Format 60x84/8.

Offset paper. Offset printing.

Mind. Printing. Ark. 38,4. 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

Ярослав БАБІЙЧУК. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ CANNABIS SATIVA В УКРАЇНІ	15
Каріна БАЖАН. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ БАТАТУ	20
Тетяна КОРНІЙЧУК. АНАЛІЗ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ ВИРОЩУВАННЯ ЯРИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В УКРАЇНІ	24
Максим ГОЙ. СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ В УКРАЇНІ	27
Яна ГОНЧАРУК. ВИРОБНИЦТВО ТА ОЦІНКА ЯКОСТІ НАСІННЯ СОЇ	30
Тетяна ДЕШЕВА. ВПЛИВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ПОБІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	33
Валентин КОСТУР. ЗАХІДНИЙ КУКУРУДЗЯНИЙ ЖУК (<i>Diabrotica virgifera</i> Le Conte.)	40
Сергій МЕЛЬНИК. ІНТЕГРОВАНІЙ ЗАХИСТ ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ	45
Yaroslav МУКНАЛЧУК. TECHNOLOGY OF HYDROPONICS	49
Артур НИРКО. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ В УКРАЇНІ	55
Оплаканський МАКСИМ. ЗБУДНИК ХВОРОБ <i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i> (ТОМАТИВ): (<i>ALTERNARIA SOLANI</i>) ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЗАПОБІГАННЯ ЇХ РОЗВИТКУ НА ТЕРИТОРІЇ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	58
Богдан ПАНЬКОВЕЦЬКИЙ. ВИВЧЕННЯ СОРТИМЕНТУ КАПУСТИ БРОКОЛІ В УМОВАХ УКРАЇНИ	65
Христина ПЕТЛІНСЬКА. ВПЛИВ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ ПРИ АДАПТАЦІЇ <i>FRAGARIA ANANASSA</i> DUCH. ДО УМОВ <i>IN VITRO</i>	70
Вадим ПРОЦЬКІВ. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ	75
Микола РОЗГОН. БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ ПЛОДІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ	80
Максим РЯБИЙ. СОНЯШНИКОВА ВОГНІВКА (<i>Homoeosoma nebulellum</i> Schiff.)	84
Анастасія СВИСТУН. СТЕБЛОВИЙ КУКУРУДЗЯНИЙ МЕТЕЛИК (<i>OSTRINIA NUBILALIS</i> Hbn.) – НЕБЕЗПЕЧНИЙ ШКІДНИК СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	89
Іван СЄДОВ. ВПЛИВ СЕПТОРІОЗУ (<i>SEPTORIA TRITICI</i>) НА ТРИТИКАЛЕ ПОСІВНЕ ТА МЕТОДИ БОРОТЬБИ З НИМ	94

Ярослав СОВІНСЬКИЙ. ПОШИРЕНІСТЬ І ШКІДЛИВІСТЬ ЗАХІДНОГО КУКУРУДЗЯНОГО ЖУКА (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i> LeConte.)	99
Максим ТЕМЧЕНКО. ВПЛИВ ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ ТА ПІДЖИВЛЕННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТАМИ НА ПРОЦЕСИ РОСТУ Й РОЗВИТКУ РОСЛИН СОЇ	104
Ivanna ТКАСН. TREE DISEASES: HOW TO IDENTIFY THEM AND PROTECT FORESTS	110
Богдан ТРУБИЦЬКИЙ ПІДВИЩЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПРЯДИВНОГО ЛЬОНУ В УКРАЇНІ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ	115
Маріна ФУРНІК. ВИРОЩУВАННЯ ЛАВАНДИ, АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ В ПОБУТІ	121
Маріна ЦАРУК. КОНТРОЛЬ ЗАБУР'ЯНЕНОСТІ ПОСІВІВ СОЇ	125
Андрій ЦВІТКОВ. ПОШИРЕНІСТЬ І ШКОДОЧИНІСТЬ ЗЛАКОВОЇ МУХИ (<i>PHORVIA SECURIS</i>) НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУРАХ	130
Катерина ЧЕРНОВА. ШКІДНИКИ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР	135
Катерина ШЕВЧУК. СЕЛЕКЦІЯ САДОВО-ПАРКОВИХ РОСЛИН	140
Vladyslav YAREMCHUK . OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES FOR GROWING SUNFLOWER FOR GRAIN IN THE VINNYTSIA REGION	145
Анна МУСІЙЧУК. ПРАВИЛЬНА СІВОЗМІНА ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	148
Катерина БАЛАКІР. ПРАВИЛЬНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ТА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ, ПЕСТИЦИДІВ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН	154
Oleksander DEMTCHUK. THE FERTILIZER SYSTEM OF SWEET CORN	160
Адріана КАЛІНУШКА. ЗАСВОЄННЯ КУЛЬТУРНИМИ РОСЛИНАМИ СІРКИ, ВПЛИВ НА ЇХ РІСТ І РОЗВИТОК	167
Володимир ТРАЧУК. НУЛЬОВИЙ ОБРОБІТОК ҐРУНТУ, ВИСАДЖУВАННЯ НАСІННЯ В НЕОБРОБЛЕНИЙ ҐРУНТ	175
Вікторія САФРУНЯК. КОМПЛЕКС СИСНИХ ФІТОФАГІВ В АГРОЦЕНОЗІ ЗЕРНОВИХ ЗЛАКОВИХ КУЛЬТУР	183
Артем БОБЧАК. ПРОТРУЙНИКИ, ЯК ВАЖЛИВИЙ ЕЛЕМЕНТ ЗАХИСТУ КАРТОПЛІ ВІД ФУЗАРІОЗУ	188
 НАПРЯМ 2. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЇ, ЛІСОВОГО ТА САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА	
Олександра БОРТНОВСЬКА. ЕВТРОФІКАЦІЯ ВОДОЙМ ПРИЧИНИ, НАСЛІДКИ ТА МЕТОДИ ЇЇ УСУНЕННЯ	193
Vlad VAKANOVSKIY. WEATHERING ROCKS	198
Тетяна ГАВРИЛЮК. ПРИРОДНІ РЕСУРСИ ТУЛЬЧИНСЬКОЇ ГРОМАДИ ТА ЇХ ГОСПОДАРСЬКЕ ВИКОРИСТАННЯ	202

Антоній ГОЛОСКЕВИЧ-ВАСИЛЕЦЬ.	ОСОБЛИВОСТІ	
ВИКОРИСТАННЯ	БІОПРЕПАРАТІВ	НА
МІКОРИЗОУТВОРЮЮЧИХ	МІКРООРГАНІЗМІВ	В УКРАЇНІ
		205
Олександр ДЕЛКАТНИЙ.	ВПЛИВ ГЛОБАЛЬНИХ ЗМІН НА	
РОСЛИНИ ТА ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ:	РОЛЬ ВУГЛЕКИСЛОГО	
ГАЗУ		211
Володимир ІЩУК.	БАКТЕРІЇ ПЕРШІ ЖИВІ ОРГАНІЗМИ НА ЗЕМЛІ,	
ЗНАЧЕННЯ ЇХ У ПРИРОДІ І ЖИТТІ ЛЮДИНИ		215
Adriana KALINUSHKA.	THE MAIN ENVIRONMENTAL PROBLEMS	
OF MANKIND AND POSSIBLE SOLUTIONS		219
Лада КАПШИЦЬКА.	САМШИТОВА ВОГНІВКА (<i>Cydalima</i>	
<i>perspectalis</i>) – НЕБЕЗПЕЧНИЙ ШКІДНИК РІЗНИХ ВИДІВ САМШИТУ		226
Олександр КВАСНЕВСЬКИЙ.	ОЦІНКА ВПЛИВУ РЕКРЕАЦІЙНИХ	
НАВАНТАЖЕНЬ НА ЕКОСИСТЕМИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПАРКУ		
МІСТА ВІННИЦІ		231
Віталій КАПШІЄНКО.	ВИБІР ПОКРІВЛІ ДЛЯ ВЛАШТУВАННЯ	
САДІВ НА ДАХАХ		235
Вадим ШАФРОСТ.	ФОТОСИНТЕЗ ТА АДАПТАЦІЯ РОСЛИН В	
УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ		241
Надія ЧОРНА.	ЗНАЧЕННЯ ПАРКУ В ЖИТТІ МІСТА	246
Інна ТИНЬКО.	ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВІТРЯ М.	
ВІННИЦЯ МЕТОДОМ БІОІНДИКАЦІЇ		253
Олександр САНДУЛЯК.	ГІДРОХІМІЧНА ОЦІНКА ВОДИ РІЧКИ	
ПІВДЕННИЙ БУГ В МЕЖАХ СЕЛА КОЛЮХІВ ТИВРІВСЬКОЇ		
ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ		257
Катерина КРИМЕЦЬ.	ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ РОДИНИ	
MAGNOLIACEAE		263
Oleksandr KOTRUTSA.	BALANCED NATURE MANAGEMENT IN	
THE VINNITSIA REGION		269
Ганна КІЩУК.	ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ГОСПОДАРСЬКОЇ	
ДІЯЛЬНОСТІ ПрАТ «ДРУЖБА-ВМ» ТУЛЬЧИНСЬКОГО РАЙОНУ		272
Олена КІТ.	ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТІВ СЕЛИЩА СИТКІВЦІ ДЛЯ	
ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ		275
Матвій ВІНОГРАДСЬКИЙ.	МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ	
ЗАСТОСУВАННЯ БІО ВУГІЛЛЯ НА ҐРУНТ НА КІЛЬКІСТЬ		
ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ І ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ҐРУНТУ PH		278
Ivan ZAYETS.	HUMUS CONTENT IN THE SOILS OF THE VILLAGE	
OF OLENIVKA, VINNITSIA DISTRICT		283
Valentyn MARKITAN.	ASSESSMENT OF THE DEVELOPMENT OF	
DEGRADATION PROCESSES		285

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

Іван ВОЗНІЦЬКИЙ. ОГЛЯД ОСОБЛИВОСТЕЙ ІЗОЛЯЦІЇ

ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ВИСОКОЇ НАПРУГИ	289
Максим СТУДНИЦЬКИЙ. РІЗАЛЬНІ АПАРАТИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ТЕХНІЧНИХ КОНОПЕЛЬ	297
Максим БОРИСЕВИЧ. СИСТЕМА ВПОРСКУВАННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ COMMON RAIL	301
Анатолій ТИЩЕНКО. ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ ТА РОЗВИТКУ ТРАКТОРІВ	309
Андрій ПЛАТОНОВ. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ РОЗМІРІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ ТА ЇХ ВИРОБНИЧИХ ПІДРОЗДІЛІВ	317
Віталій КОЛІСНИК. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ СТВОРЕННЯ СПРИЯТЛИВОГО МІКРОКЛІМАТУ В ОВОЧЕСХОВИЩАХ	322
Лариса САДКІВСЬКА. HORSCH ТА РУХ В АВТОМАТИЗАЦІЮ	328
Нікіта ХИТРУК. МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ З ВИКОРИСТАННЯМ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ	334
В'ячеслав БАЗАЛИЦЬКИЙ. ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ТА МЕТОДИ ЗБЕРІГАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ: НОВІ ГОРИЗОНТИ ЕФЕКТИВНОСТІ	342
Богдан Довгополий. РОЛЬ ТА ВИКОРИСТАННЯ ДРОНІВ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ	350
Марина ШИНКАРУК. ТЕОРЕТИЧНІ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАКОНУ ПОДРІБНЕННЯ СТРУКТУРНО-НЕОДНОРІДНИХ ОРГАНІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ.	356
Сергій ЧЕПІЛЬ. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ ДЕРЕВЕНИ.	363
Тарас МЕЛЬНИК. ОГЛЯД РІЗНИХ СПОСОБІВ ОХОЛОДЖЕННЯ ПОВІТРЯ.	370
Ілля БЕРЕЗОВСЬКИЙ. ПОКРАЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДИЗЕЛЬНИХ ПАЛИВ ДОБАВКАМИ РІЗНИХ ВИРОБНИКІВ.	376
Артем ПОРТЕЙ. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ МАШИН ТА РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ВНЕСЕННЯ ГРАНУЛЬОВАНИХ ДОБРІВ.	382
Володимир ЛЕЩУК. ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТІ МІДНИХ ПОКРИТТІВ.	388
Іван НАГОРНЯК. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СХЕМИ ПОДВІЙНОГО ТУРБОНАДУВАННЯ В СИСТЕМАХ ПОВІТРЕПОСТАЧАННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ.	396
Владислав ДЖУМАРА. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЗАМОРОЖУВАННЯ НАСИЧЕНИХ ВОЛОГОЮ РЕЧОВИН ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕПЛОВОГО СТАНУ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ.	402

**НАПРЯМ 4. ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ
СУЧАСНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО
МАШИНОБУДУВАННЯ.**

Вадим ГАНЖА. КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.	410
Роман МАНДИБУРА. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІМЕРНИХ ТА ГУМОВИХ ВІДХОДІВ У ВТОРИННІЙ ПЕРЕРОБЦІ: РОЛЬ УТИЛІЗАЦІЇ В АГРАРНОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ.	417
Вадим ПРОЦЬКІВ. ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР.	425
Олексій ЖУПАНОВ. УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ.	431
Дарина ПАВЛЮК. МАШИНА ДЛЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ДЕРЕВИНИ В САДАХ.	434
Владислава НАГОРЯНСЬКА. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИСІВНОГО КОТУШКОВОГО АПАРАТУ МАШИНИ ДЛЯ РОЗСІЮВАННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ.	441
Юлія ЗЕЛІНСЬКА. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЛОПАТЕВОГО ЖИВИЛЬНИКА ДЛЯ КАРТОПЛІ.	447
Владислав ОЛІЙНИК. ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ТА МЕТОДИ ВИРОБНИЦТВА КОРМОВОЇ ДОБАВКИ З НАСІННЯ СОЇ.	452
Андрій КУЗЬМИЧ. ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ВПРОВАДЖЕННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ РЕСУРСІВ В УКРАЇНІ.	457
Ігор ЗАЕЦЬ. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РОБОТИ ФРЕЗЕРНОЇ МАШИНИ ІЗ ГІДРАВЛІЧНИМ ПРИВОДОМ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ЗАЛИШКІВ САДОВИХ НАСАДЖЕНЬ.	463
Олексій ПОЛЩУК. EOSD CROP MONITORING В ЗАСТОСУВАННІ ТЕХНОЛОГІЇ NO-TILL.	471
Денис ВОЛИНСЬКИЙ. ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ 3D ДРУКУ ПРИ СТВОРЕННІ МАКЕТНИХ ЗРАЗКІВ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ.	479
Юрій МУРАВСЬКИЙ. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ ДВИГУНІВ ВІД НАГАРОВІДКЛАДЕНЬ	485
Ілля ТВЕРДОХЛІБ. ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ НА ТЯГОВИЙ ОПІР МАШИН	492
Максим БУЗДИГАН. ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ ПОДРІБНЮВАЧІВ ГРУБИХ КОРМІВ	496
Володимир НОВИЙ. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТРАНСПОРТУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ КАПУСТОЗИРАЛЬНОЇ МАШИНИ	503
Максим ФРАНЧУК. РОЗРОБКА САМОХІДНОЇ КОСАРКИ ДЛЯ ВОДЯНОЇ РОСЛИННОСТІ	510
Дмитро КЛЕВЕНЕЦЬ. РОЗРОБКА УНІВЕРСАЛЬНОГО КУЩОРІЗА З ГІДРАВЛІЧНИМ ПРИВОДОМ РОБОЧИХ ОРГАНІВ	516
Валентина БАЛАБАН. ПАСТЕРИЗАЦІЇ МОЛОКА ТА ВПЛИВ ФІЗИЧНИХ АСПЕКТІВ НА ЯКІСТЬ КІНЦЕВОГО ПРОДУКТУ	522

Andriy ZELINSKY. BIOTRANSFORMATION OF BIOMASS ENERGY INTO BIOGAS BY ANAEROBIC FERMENTATION	528
Василь КОГУТ. ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАТРАТ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ КОМБІНОВАНИХ ҐРУНТООБРОБНИХ АГРЕГАТИВ	535
Taras KHMELYUK. PROSPECTS OF USING DIESEL ENGINES OPERATING ON ALTERNATIVE TYPES OF FUEL.	540
Олександр ЖОМІР. АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ВІД АВТОТРАНСПОРТУ.	545
Павло НАВАЖАНЮК. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЕНЕРГОВИТРАТ ВІБРАЦІЙНОЇ РОТОРНОЇ ДРОБАРКИ	551

НАПРЯМ 5. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РІШЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

С. СОКОЛЕНКО. ПРОДУКТИВНІСТЬ КАРАКУЛЬСЬКИХ ОВЕЦЬ ПРИ ЗГОДОВУВАННІ РІПАКОВОЇ МАКУХИ, ЗБАГАЧЕНОЇ МІКРО- І МАКРОЕЛЕМЕНТАМИ	557
С. СТАДНІК. РІСТ І РОЗВИТОК ТЕЛИЦЬ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНОРЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВІКУ ТА ЖИВОЇ МАСИ ПРИ ПЕРШОМУ ПАРУВАННІ	562
А. СТРЕМЕДЛОВСЬКА. ВПЛИВ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН НА ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА	565
М. ГРАБЧАК. ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН У ГОДІВЛІ ПТИЦІ	570
О. ХРУСТІВСЬКИЙ. СУЧАСНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ ЗАХВОРЮВАНЬ ДРІБНИХ ТВАРИН	572
С. ЯРОВА. ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВІДГОДІВЕЛЬНОГО МОЛОДНЯКУ РІЗНОГО ГЕНОТИПУ ЗА ПРОДУКТИВНИМИ ПОКАЗНИКАМИ	579
Б. ШЕЛЕСТ. ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ ІНТЕНСИВНОСТІ РОСТУ РЕМОНТНИХ ТЕЛИЦЬ ГОЛШТИНСЬКОЇ ТА ДЖЕРСЕЙСЬКОЇ ПОРІД	582
І. СПЛОДИТЕЛЬ. ВПЛИВ СТИМУЛЮЮЧОЇ ПІДГОДІВЛІ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ БДЖОЛИНИХ СІМЕЙ	588
Я. ГУДАК. ВПЛИВ ПОРОДИ НА ФОРМУВАННЯ М'ЯСНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ КРОЛІВ.	592

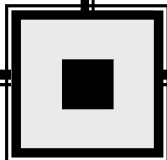
НАПРЯМ 6. ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ВИРОБНИЦТВА ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

М. ГРИНЕВИЧ. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА ФРАНЦУЗЬКИХ СИРІВ КАМЕМБЕР ТА БРІ	596
В. ПАВЛЮК. ТРАДИЦІЙНІ КИСЛОМОЛОЧНІ ПРОДУКТИ	600
Б. ПОБЕРЕЖНИЙ. РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРНОЇ КОМПОЗИЦІЇ М'ЯСО-РОСЛИННИХ КОНСЕРВІВ	604

С. РЕЗНІК. ВИКОРИСТАННЯ СТАБІЛІЗАТОРІВ СТРУКТУРИ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ВЕРШКОВОГО МАСЛА З НИЗЬКОЮ ЖИРНІСТЮ	607
К. ЩЕРБИНА. ХАРЧОВІ ДОБАВКИ ДЛЯ М'ЯСНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	610
К. БІЛЯВЕЦЬ. ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КУКУРУДЗЯНОГО ТА РИСОВОГО БОРОШНА РІЗНИХ ВИРОБНИКІВ	614
В. БАЛАБАН. ХАРЧОВІ АЛЕРГЕНИ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИЯВЛЕННЯ ТА КОНТРОЛЮ В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ	619
В. ЛЕНДЕЛ. КИСЛОМОЛОЧНІ ПРОДУКТИ З СИНБІОТИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ	623
Б. МАРУЩАК. МОЛОЧНІ ПРОДУКТИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	626
В. РАТУШНА. ФУНКЦІОНАЛЬНІ КИСЛОМОЛОЧНІ НАПОЇ В ДІЄТИЧНОМУ ХАРЧУВАННІ	632
Б. МАГДІЙ. КИСЛОМОЛОЧНІ НАПОЇ НА ОСНОВІ ФІТОСИРОВИНИ	637
Ірина МАРКОВСЬКА. ХАРЧОВІ ДОБАВКИ ТА ЇХ ФУНКЦІОНАЛЬНА РОЛЬ.	642
Анастасія МАРЧЕНКО. ЯКІСТЬ ЧОРНОГО ШОКОЛАДУ, ЩО РЕАЛІЗУЄТЬСЯ НА РИНКУ УКРАЇНИ.	647
Олексій ПОХИЛА. ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА М'ЯСА ПТИЦІ.	650
Андрій СИРОЇД. ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ СМЕТАНИ ЗА РІЗНИМИ ПОКАЗНИКАМИ.	653

НАПРЯМ
1

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИННИЦТВА В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ



Ярослав БАБІЙЧУК¹,

Студента 4-го курсу,

Факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ CANNABIS SATIVA В УКРАЇНІ

Анотація. Дана стаття присвячена вивченню технічної коноплі та її вирощування, яка на даний час нарощує популярність завдяки своїм широким застосуванням у текстильній, харчовій, будівельній та інших промислових галузях. Ми розглядаємо ключові аспекти вирощування цієї культури, включаючи вибір сортів, умови вирощування та методи догляду.

Ключові слова. коноплі, технології вирощування, урожайність, якість врожаю.

Annotation. This article is devoted to the study of technical hemp and its cultivation, which is recently gaining popularity due to its wide application in textile, food, construction and other industrial sectors. We look at key aspects of growing this crop, including variety selection, growing conditions and care methods.

Key words. hemp, cultivation technology, yield, quality.

Вступ. Технічна конопля, яка є однією з найстаріших культур на планеті, знову привертає увагу завдяки своїм різноманітним застосуванням і потенціалу для сталого розвитку. Вирощування цієї рослини має значимий вплив на різні галузі, включаючи текстильну, харчову, будівельну та енергетичну промисловості. Проте, технічна конопля відзначається не лише своєю корисністю, але й рядом викликів і регулятивних обмежень.

Виклад основного матеріалу. Технічні коноплі – традиційна українська рослинна сировина, яку наші предки вирощували багато століть. Вони вживали

¹Науковий керівник: к.с.-г.н., старший викладач кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур ВНАУ Шевченко Н.В.

її в їжу, шили з неї одяг, виготовляли ліки і декоративні вироби. Але з часом українських виробників виштовхнули з ринку під приводом боротьби з наркотиками. У той же час, в світі попит на продукцію з технічних конопель постійно зростає: за останні 10 років світовий ринок ненаркотичних конопель піднявся «з нуля» до кількох сотень мільярдів доларів. На сьогодні з конопель виготовляють 50 тис. видів різноманітної продукції [1].

Відродження конопляної галузі у світі наразі відбувається більш швидкими темпами, ніж в Україні. Серед країн Європи лідером є Франція, де за останні роки обсяги виробництва лише промислового волокна збільшилися більш ніж у 10 разів (з 4 тис. т у 2003 році до 48 тис. т у 2014 році) [2].

Посіви технічних конопель в Україні мають фрагментарний характер у Вінницькій, Житомирській, Київській, Сумській, Харківській та Черкаській областях. Площі посівів коливаються від декількох соток й до 800 га. У Полтавській області практикують вирощування органічних технічних конопель.

Особливістю коноплярства є те, що при вирощуванні технічної коноплі практично не застосовуються засоби захисту рослин, а культивування сприяє покращенню якості ґрунтів. Крім того, з метою подальшої переробки потенційно можуть бути використані всі частки рослини: суцвіття, насіння, листя, стебло, коріння. Основні напрямки використання технічних конопель в Україні: на насіння; на волокно; на насіння і тресту. Залежно від напрямку використання варіюються витрати та прибутковість культури [3].

При вирощуванні коноплі потрібно дотримуватись сівозмін. Такі культури як: озимі, зернобобові, буряки, картопля та махорка вважаються одними з найкращих попередників. Якщо в сівозміні присутні такі культури як конюшина та люцерна вирощування коноплі не рекомендують більше двох років.

Якщо ж посів буде проводитись на торф'яних ґрунтах то найкращими попередниками слугують коренеплоди та силосні культури.

При недотриманні сівозмін є дуже великий ризик зниження врожайності культури внаслідок впливу хвороб та шкідників які досить добре зберігаються в падалиці.

Найкращим чергуванням культури вважається за такою схемою:

1. Цукрові буряки або картопля
2. Коноплі
3. Кукурудза на силос
4. Коноплі
5. Коноплі.

Щоб вирощувати коноплі, фермери застосовують певні методи оранки залежно від попередньої культури. Після просяних культур застосовують глибоку оранку, а після зернових культур проводять лущення стерні та оранку боронами на глибину 25-30 см. На дерново-підзолистих ґрунтах, що мають неглибокий орний шар, значного збільшення врожаю можна досягти заглибленням ґрунту плугами з поглиблювачами.

Після початкового процесу боронування ранньою весною наступним кроком є дворядна культивація, за якою через кілька днів слідує ще одне боронування. Перед посівом часто проводять додаткову культивацію, як правило, на глибину 5-6 сантиметрів з одночасним боронуванням ґрунту. Для торф'яних ґрунтів, крім передпосівного боронування, для коткування використовують важкий коток.³

Використовувати органічні добрива вигідно, але це роблять лише деякі виробники. Не останню роль у цьому відіграє зменшення поголів'я тварин, що призводить до нестачі органічної речовини. Для мінеральних солей характерний склад сірих лісових і темно-сірих ґрунтів на підзолі N90-120 P60-90 K60-90. На чорноземах зустрічальність дещо нижча — N45-60 P45-60 K45-60. Частота внесення може бути змінена залежно від стану ґрунту (після аналізу). Однак фахівці не рекомендують економити на якості добрив.

Такі макроелементи як фосфор та калій найефективніше вносити восени або ж навесні. Дуже ефективні результати досягаються при застосуванні нітроамофоски в смуги, приблизно 90-110 кілограм на гектар. Тільки при значному дефіциті поживних речовин можна проводити підживлення ґрунту аміачною селітрою. Якщо в ґрунті достатньо азоту, від внесення селітри потрібно відмовитись, оскільки це часто призводить до опіків рослин, а також може бути в полі вилягання рослин.

Також комплексні добрива можна використовувати для підживлення в сезон росту шляхом обприскування. Наразі на ринку добрив їх є величезна кількість тому кожен фермер зможе обрати саме ті добрива які йому необхідні.

Насіння конопель перед висівом визначають схожість і чистоту, потім обробляють вітаваксом 200 (75% мас.) з розрахунку 1,4-2,1 кг/т препарату.

Фосфор і калій корисно використовувати восени, але це можливо і навесні. Дуже ефективні результати досягаються при застосуванні нітроамофоски смугами, приблизно на 100 кілограм води щодня. Тільки при значному дефіциті поживних речовин можна проводити підживлення аміачною селітрою. Якщо в ґрунті достатньо азоту, менша ймовірність появи селітри, оскільки це часто призводить до опіків рослин, а також може бути в полі.

Також комплексні добрива можна використовувати для підгодівлі в сезон росту шляхом обприскування. Багато з них тепер достатньо великі, щоб їх вибирали виробники.

Насіння конопель перед посівом перевіряють на схожість і чистоту, потім обробляють вітаваксом 200 (75% мас.) з розрахунку 1,5-2 кг/т препарату. Для розмноження використовуються відібрані рослини.

Для оптимального росту рекомендується висівати насіння раніше, щоб створити здорову розсаду та рослини, які можуть краще конкурувати з бур'янами. Однак важливо враховувати не тільки календарну дату, а й погодні умови. У разі посухи бажано відкласти посів до моменту, коли буде більше вологи.

Процес посіву зазвичай відбувається після збирання ранніх зернових культур, коли ґрунт на глибині загортання насіння досяг температури 8-10°C.

Лише за умови достатнього рівня вологи в ґрунті та достатньої кількості опадів разом із помірними температурами можна розглядати більш пізні терміни посіву.

Для оптимального росту насіння рекомендується садити насіння на глибину 3-4 см з достатньою вологістю ґрунту. У разі дефіциту вологи в ґрунті рекомендується садити насіння на глибину 4-5 см.

Залежно від напрямку вирощування конопель застосовують вузькорядні, рядкові та стрічкові варіанти посіву.

Для отримання волокна (на зеленець) можна сіяти двома методами: вузькорядним, з шириною міжрядь – 7,5 см, або звичайним рядковим, з шириною міжрядь – 15 см. З нормою висіву 4,0–5,0 млн. шт./га схожих насінин (або 70–80 кг/га).

Для отримання волокна і насіння (на двобічне використання) використовують широкорядний, з шириною міжрядь – 45 см, та нормою висіву від 0,5–1 до 1,1–2 млн. шт./га схожих насінин (або від 9–13 до 20–25 кг/га) або звичайний рядковий, з шириною міжрядь – 15 см з нормою висіву 2,1–3,1 млн. шт./га схожих насінин (або 40–50 кг/га).

Для отримання насіння (на насіння) широкорядний, з шириною міжрядь – 45 см і нормою висіву від 0,5–1 до 1,1–1,9 млн. шт./га схожих насінин (або від 8–12 до 20–25 кг/га).

Для видалення ґрунтової кірки на посівах використовуються роторні мотики або кільчасті катки. Для широкорядних посівів ґрунт у міжряддях доцільно розпушувати 2-3 рази протягом вегетаційного періоду. У суху погоду глибина розпушування повинна становити близько 5-6 см, а при достатній кількості опадів - до 8-10 см.

Для боротьби з конопляною блохою фермери часто використовують як засіб обробки Децис (2,5% д.к.) у нормі 0,3 л/га.

Південні коноплі вирощують на зрошуваних землях у посушливих регіонах. Перший полив проводять, коли рослини виростуть до 25 см, наступні поливи проводять кожні 15-20 днів. Поливна норма 600-800 м³/га води.

При боротьбі з бур'янами рекомендується використовувати гербіцид НАБУ, який містить 20% діючих речовин. Рекомендована норма внесення – 1,5 літра на гектар.

Час має вирішальне значення під час збирання коноплі, особливо якщо її вирощують заради насіння та волокна. Першим вибирають платан, зазвичай приблизно через 35-40 днів після посадки, а потім материнську. Після того, як квіти на платані відцвінуть, їх збирають вручну, а матку збирають, коли дозріє насіння в центральній частині волоті. Для полегшення вибору площин на посівах через кожні 2,5 метра розміщують доріжки шириною 25-30 см, розмічаючи площу в 1-2 ряди планками і матами. Потім все поле перевіряється, щоб визначити, які площини будуть обрані та згруповані в групи діаметром 15-18 см перед тим, як їх відправити на завод або замочити, щоб зробити їх більш гнучкими. Матрицю збирають комбайном ККУ-1,9 або скошують у валки. Через 3-5 днів валки обмолочують, насіння просушують до вологості 11-12%, а

солону відправляють на фабрику або замочують до 7-8 днів у теплу погоду. Важливо, щоб трест був сухим, щоб зберегти якість виходу довгого волокна та бур'яни знаходяться у фазі 2-4 листків.

При вирощуванні коноплі на зелень, то листя і матірку збирають одночасно під час піку цвітіння листків, коли колір рослин стає схожим на зеленувато-жовтий. Матірку збирають, коли в ньому буде 70-75% насіння в середині періоду цвітіння.

На насіння коноплі однодомні збирають прямим способом збирання (ККУ-1.9) після наявності 75% насіння у волоті конопель однодомних і дводомних конопель після досягання 50-60%. Після сушіння, приблизно через 4-5 днів, матеріал обмолочують на молотарці МЛК-4,5А [4].

Висновок. Вирощування технічної коноплі — це складний процес, який вимагає спеціалізованих знань та дотримання ряду правил і вимог. В статті ретельно розглянуто ключові аспекти цього виду сільськогосподарської діяльності і висвітлені його потенційні переваги та виклики.

Згадано, що технічна конопля може бути важливою сировиною для різних галузей, включаючи текстильну, харчову, будівельну і енергетичну промисловості. Вирощування коноплі може також мати позитивний вплив на землеробство, включаючи очищення ґрунту та підвищення врожайності.

Список використаних джерел

1. Ніколайчук Л.Г. Сучасний асортимент товарів із технічних конопель. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки.* 2018. № 3. С. 130–134.

2. Бойко Г. А. Аналіз сучасного світового та вітчизняного ринку текстильної продукції з конопляного. *Товарознавчий вісник.* 2017. №10. С. 45-51.

3. Геналюк Р., Потапова А. Вирощування технічної коноплі в Україні: проблеми та перспективи розвитку. [Електронний ресурс] Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція «Суспільно-географічні чинники розвитку регіонів». – Режим доступу до журн.: <http://surl.li/lucdj>.

4. Особливості вирощування технічних конопель. Рекомендації Інституту луб'яних культур НААН. [Електронний ресурс] SuperAgronom – Режим доступу до журн.: <https://superagronom.com/articles/67-osoblivosti-viroschuvannya-tehnicnih-konopel-rekomendatsiyi-institutu-lubyanih-kultur-naan>

Каріна БАЖАН²,
студентка 2-го курсу,
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ БАТАТУ

Анотація. Ця стаття присвячена особливостям вирощування батату, зокрема температурним режимам, ґрунту та методам посадки. Автор наголошує на тому, що батат є теплолюбивою культурою та вимагає добре дренованого ґрунту, а також достатньої кількості світла. Стаття містить рекомендації щодо підготовки ґрунту, вибору методів для посадки, а також рекомендації для догляду за рослинами. Ця інформація може бути корисною для тих, хто має бажання вирощувати батат в домашніх умовах або на городі, та хоче отримати якісний врожай.

Annotation. This article is devoted to the specifics of growing sweet potatoes, including temperature conditions, soil and planting methods. The author emphasizes that sweet potato is a heat-loving crop and requires well-drained soil, as well as a sufficient amount of light. The article contains recommendations on soil preparation, selection of methods for planting, as well as recommendations for plant care. This information can be useful for those who want to grow sweet potatoes at home or in the garden and want to get a quality harvest.

Вступ. Батат, або солодка картопля, є дуже популярною культурою в багатьох країнах світу. Він містить багато корисних речовин, таких як вітаміни, мінерали та антиоксиданти, тому вважається корисним продуктом харчування. Ця культура також є важливою для виробництва крохмалю та інших продуктів, таких як сироп і цукор.

Однак, вирощування батату має свої особливості та вимоги до клімату та ґрунту. Для успішного вирощування потрібно знати не тільки правильний вибір сорту та насіння, але і догляд за рослинами, включаючи полив, внесення добрив та захист від шкідників та хвороб.

У цій статті будуть розглянуті основні особливості вирощування батату, включаючи вибір методів, підготовку ґрунту та методики посадки. Також будуть надані поради щодо догляду за рослинами та вирощування як у великому масштабі, так і в домашніх умовах. З цією інформацією, кожен зможе отримати якісний врожай батату та насолодитися його корисними властивостями.

Виклад основног о матеріалу. Батат або солодка картопля (*Ipomoea batatas*)- дводольна рослина, яка належить до родини вьюнкових або іпомеї, *Convolvulaceae*. Молоді пагони та листя іноді їдять як зелень. Сорти солодкої

²Науковий керівник: Малик В. М. викладач кафедри Української та іноземних мов.

картоплі були виведені для отримання бульб з м'якоттю та шкіркою різного кольору. Його великі, крохмалисті, солодкі на смак бульбоподібні корені використовуються як коренеплід. Батат має лише віддалене споріднення зі звичайною картоплею (*Solanum tuberosum*), обидва належать до порядку Solanales. Хоча темнішу солодку картоплю часто називають «ямсом» у деяких частинах Північної Америки, вид не є справжнім бататом, який є однодольними в порядку Dioscoreales. [2]

Вперше батат був одомашнений на американському континенті більше 5 000 років тому. Станом на 2013 рік існує приблизно 7,000 сортів солодкої картоплі. Люди вирощують солодку картоплю в багатьох частинах світу, включаючи Нову Зеландію, Австралію, Філіппіни, Японію, Гаваї, Китай та Північну Америку. Однак батат не має широкого поширення в Європі. [2]

Рослина являє собою багаторічну трав'янисту ліану, яка має трикутне або лопатеве листя що чергуються, і дрібні квітки з простими пелюстками. Стебла зазвичай стеляться по землі і утворюють додаткові корені у вузлах. Листя прикручують уздовж стебла. Довжина листя коливається від 5 до 20 дюймів. Листові пластини дуже різноманітні, довжиною від 5 до 13 см (від 2,0 до 5,1 дюйма), у формі серця, від ниркоподібної до яйцеподібної, округлі або трикутні та ланцетні, край може бути цілим, зубчастим або часто три-семилопатовим, розрізаним або розділеним. Більша частина поверхні листа гола, рідше опушена, а верхівка заокруглена до загострення. Листя здебільшого зелене, але через накопичення антоціанів, особливо вздовж жилок листя, воно може бути фіолетовим. Залежно від сорту загальна довжина стебла може варіюватися від 0,5 до 4 метрів. Деякі культурні сорти також утворюють пагони довжиною до 16 метрів. При цьому вони не створюють підземні органи зберігання.

Гермафродитні, п'ятикратні і короткостеблі квітки - це поодинокі або нечисленні черешкові, зимові суцвіття, які виникають з пазух листків і стоять вертикально. Він дає квіти, коли день короткий. Невеликі чашолистки подовжені і звужуються до точки і колючі і (рідко тільки 7 видів) довжиною від 10 до 15 мм, як правило, тонкошерсті або інфузорії. Внутрішні три трохи довше. Довжина від 4 до 7 см, розлога і воронкоподібна складчаста крона, з більш коротким подолом, може бути від лавандового до пурпурно-лавандового кольору, горло зазвичай темніше за кольором, але можуть з'явитися і білі коронки. Закриті тичинки неоднакової довжини з залозистими нитками. Насіння отримують тільки при перехресному запиленні. [1]

Квіти розкриваються до сходу сонця і залишаються відкритими кілька годин. Вранці вони знову закриваються і починають в'янути. Їстівні бульби довгі, звужуються, з гладкою шкіркою і мають різний колір: жовтий, оранжевий, червоний, коричневий, фіолетовий і бежевий. Його м'якоть варіюється від бежевого до білого, червоного, рожевого, фіолетового, жовтого, оранжевого та фіолетового. Сорти солодкої картоплі з білою або блідо-жовтою м'якоттю менш солодкі та вологі, ніж ті, що мають червону, рожеву або оранжеву м'якоть. [1]

Рослина погано переносить морози. Найкраще він росте при середній температурі 24 °С, з рясним сонячним світлом і теплими ночами. Найбільш придатними вважаються річні опади 750-1 000 мм, при цьому в вегетаційний період мінімум 500 мм. Культура чутлива до посухи на стадії ініціації бульб через 50-60 днів після посадки, і вона не терпима до перезволоження, так як може викликати загнивання бульб і знизити зростання запасних коренів, якщо аерація погана. [1]

Розмножують батат вегетативно в основному живцями, рідше насінням. Деякі сорти втратили здатність до цвітіння і загалом мають низьку схожість насіння, але високу здатність до укорінення бруньок. Для промислового виробництва або посадки в саду бульби пророщують у теплому вологому середовищі, а живці зрізають і укорінюють у воді перед посадкою в поле.

Батат потрібно висаджувати по 3-4 на квадратний метр. Бульби досить об'ємні, тому їх найзручніше садити на гребнях.

Існує три способи посадки: 1) Вертикальна. 2) «Дуга»: нижня частина горизонтальна, а верхня вертикально. 3) «Гачки»: верхівки виглядають перпендикулярно землі, а пагони загинаються вгору під землею. У будь-якому випадку підземна частина повинна бути не менше 10 см, так як кожен великий додатковий корінь - це одна бульба. Другий спосіб є найкращим для гарного товарного вигляду. Потім бульби ростуть вертикально вниз, не заважаючи один одному, тому вони не закручуються.

Залежно від сорту та умов дозрівання бульбових коренів від двох до дев'яти місяців. З обережністю ранньостиглі сорти можна вирощувати як однорічну літню культуру в помірних зонах, таких як схід США та Китай. Батат рідко коли цвіте, коли тривалість дня перевищує 11 годин, як це зазвичай буває за межами тропіків. В основному їх розмножують стебловими або кореневими живцями або додатковими відростками, званими «сліпими», які відростають від бульбоподібних коренів під час зберігання. Справжнє насіння використовується тільки для розмноження. [1]

Вони добре ростуть у багатьох сільськогосподарських умовах і мають мало природних ворогів; пестициди потрібні рідко. Батат вирощують на різних ґрунтах, але більш сприятливими для рослини є водопроникні, легкі та середньозернисті ґрунти з рН у межах 4,5-7,0. [9] Їх можна вирощувати на бідних ґрунтах із невеликою кількістю добрив. Однак солодка картопля дуже чутлива до токсичності алюмінію і загине через шість тижнів після посадки, якщо під час посадки в цей тип ґрунту не внести вапно. [1] Оскільки батат вирощують із живців виноградної лози, а не з насіння, його відносно легко посадити. Оскільки швидкозростаючі ліани затінюють бур'яни, прополка потрібна невелика. Гербіцид, який зазвичай використовується для видалення з ґрунту небажаних рослин, які можуть заважати росту, — ДСРА, також відомий як Dactal. У тропіках урожай можна зберігати в землі та збирати за потреби для споживання на ринку чи вдома. У помірних регіонах солодку картоплю здебільшого вирощують на великих фермах і збирають урожай до перших заморозків.

Батат вирощують у тропічних і теплих регіонах, де достатньо води для його росту. Батат набув широкого поширення як культура на островах Тихого океану, в Південній Індії, Уганді та інших країнах Африки. У Карибському басейні вирощують різновид солодкої картоплі під назвою боніато; Його м'якоть кремова, на відміну від більш поширеного помаранчевого відтінку, який зустрічається у інших сортів. Боніато не такий солодкий і вологий, як інша солодка картопля, але його текстура та ніжний смак відрізняються від звичайної солодкої картоплі оранжевого кольору.

Варений батат (запечена в шкірці) на 76% складається з води, на 21% з вуглеводів, на 2% з білка, і містить незначний жир (столовий). У 100-грамовій еталонній кількості запечена солодка картопля забезпечує 90 калорій і багатий вміст (20% або більше добової норми, DV) вітаміну А (120% DV), вітаміну С (24% DV), марганцю (24% DV) і вітаміну В6 (20% DV). Це помірне джерело (10-19% ДВ) деяких вітамінів групи В і калію.

Сорти солодкої картоплі з темно-помаранчевою м'якоттю мають більше бета-каротину (перетвореного на більш високий вміст вітаміну А після перетравлення), ніж ті, що мають м'якоть світлого кольору, і їх підвищене вирощування заохочується в Африка, де дефіцит вітаміну А є серйозною проблемою для здоров'я. Листя солодкої картоплі їстівні і їх можна приготувати, як шпинат або зелень ріпи.

Переваги перед картоплею:

- не потребує підгортання;
- не є їжею колорадських жуків;
- не відноситься до родини Пасльонових;
- має високу врожайність та формує багато великих бульб;
- не потребує планового оприскування отрутохімікатами, ані протруювання перед посадкою;
- має високий коефіцієнт розмноження;

Недоліки:

- не переносить низьких температур;
- вимагає великої кількості вологи за умови рівномірного розподілу впродовж вегетаційного періоду;
- для росту потребує значного відсотка ясних днів з температурою вдень >15°C;
- потребує нестандартних умов зберігання в умовах сухого і теплого приміщення за температури не нижче 12 градусів тепла;
- потребує більше ручної роботи під час висаджування
- не існує сортів-«сорокаденок»;
- окремі пізні сорти (в тому числі африканські) встигають закласти бульби, але не встигають набрати масу.

Умови зберігання: Після збирання бульб картоплі необхідно очистити від землі, просушити та витримати при +30°C протягом тижня, щоб вилікувати

механічні пошкодження, після чого можна розпочати зберігання. Картопля може зберігатися від кількох місяців до двох років за температури +12...20°C. При температурі нижче +10°C картопля змінює колір, швидко в'яне і гниє, зберігається не довше кількох тижнів. А при температурі вище +20°C, хоча картопля може проростати, вона зберігається протягом декількох місяців.

Висновок. Вирощування батату може бути цікавою та корисною діяльністю, яка дозволяє отримати велику кількість корисних продуктів. Проте, щоб досягти успіху в цій справі, важливо дотримуватись деяких особливостей. При виборі сорту необхідно враховувати кліматичні умови регіону, в якому планується вирощування, і вибирати сорти, які підходять для цих умов. Крім того, ґрунт має бути добре дренованим та забезпечувати достатню кількість вологи та поживних речовин для рослин. Розмноження батату можна проводити як насінням, так і використовуючи стеблові частини рослини. Для досягнення максимального врожаю необхідно правильно обробляти ґрунт, забезпечувати рослини достатньою кількістю води та регулярно виконувати профілактичні заходи щодо захисту від хвороб та шкідників. Дотримання цих основних правил допоможе досягти успіху у вирощуванні батату.

Список використаних джерел

1. Sweet potato URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Sweet_potato

2. Батат URL:

<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%82#%D0%A1%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B8>

Тетяна КОРНІЙЧУК³,

магістр 11-А групи,

Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

АНАЛІЗ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ ВИРОЩУВАННЯ ЯРИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В УКРАЇНІ

Анотація. Збільшення виробництва сільськогосподарської продукції неможливе без застосування нових технологій вирощування, впровадження сучасних сортів і гібридів, раціонального використання зональних природно-кліматичних умов. Тому актуальним залишається питання освоєння новітніх технологій вирощування сільськогосподарських культур, які забезпечують скорочення розриву між потенційною та реальною продуктивністю рослин, підвищують вихід необхідної продукції із загального врожаю шляхом впливу на

³Науковий керівник: к. с.-г. наук, ст. викл. кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ Тетяна ЗАБАРНА.

продуктивний процес відомими агротехнічними заходами, що застосовуються на основі результатів морфо-фізіологічного аналізу розвитку елементів продуктивності рослин. Важливим завданням буде підвищення раціонального використання генетичного потенціалу сортів і гібридів польових культур та ґрунтово-кліматичних ресурсів Лісостепу й Полісся.

Зміни в погоді останніх років потребують запровадження заходів із зниження їх негативного впливу на продуктивність рослин, коригування окремих елементів технологічного процесу вирощування культур.

***Annotation** Increasing agricultural production is impossible without the use of new cultivation technologies, the introduction of modern varieties and hybrids, and the rational use of zonal natural and climatic conditions. Therefore, the issue of mastering the latest crop cultivation technologies that reduce the gap between potential and actual plant productivity, increase the yield of the required products from the total harvest by influencing the productive process with known agrotechnical measures applied on the basis of the results of morphological and physiological analysis of the development of plant productivity elements remains relevant. An important task will be to increase the rational use of the genetic potential of field crop varieties and hybrids and the soil and climatic resources of the Forest-Steppe and Polissya.*

Changes in the weather in recent years require the introduction of measures to reduce their negative impact on plant productivity and adjust certain elements of the technological process of crop cultivation.

Вступ. Останніми роками Україна впевнено заявляє про себе на світовому ринку зерна дедалі зростаючим обсягом зернового експорту. В останні роки в Україні намітилась тенденція до зниження витрат на вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі й зернових.

Аномально тепла погода в Україні впродовж більшої частини останніх зим, які згідно метеорологічних спостережень, виявляються не тільки найтеплішими за останнє століття, але й одними з найпосушливіших, умовно перетворюють грудень і січень місяці фактично на четвертий і п'ятий місяці осені. Зважаючи на ці обставини в агровиробників є серйозні підстави для занепокоєння, адже дана ситуація може призвести до серйозних проблем у сільськогосподарському виробництві зони Степу та України в цілому [1,2].

Тому, повернення морозів у лютому місяці та ймовірний прихід пізньої весни в останні роки і можливість швидкого наростання температурного режиму за весняної посухи, яка все частіше відмічається у регіоні, важливо: - максимально ефективно використати наявні запаси вологи в ґрунті; - сівбу ранніх ярих культур провести в оптимально ранні строки по мірі настання фізичної стиглості ґрунту; - урахувати умови пізньої весни, а відтак сівбу ранніх польових культур одночасно з доглядом за озиминою та в подальшому, без розриву в часі, проведення сівби пізніх ярих; - оптимізувати площі та строки сівби кукурудзи на зерно, оскільки за пізньої сівби період цвітіння рослин може співпасти з повітряною посухою, що призведе до череззерниці

початку та втрати врожаю зерна; - серед культур ранніх строків сівби перевагу слід надавати таким яриям зерновим, як ячмінь та овес, оскільки вони найбільш ефективно використовують зимово-весняні запаси продуктивної вологи ґрунту завдяки мичкуватій кореневій системі; - за потреби в пересіві озимини доцільним буде використання пізніх культур, в першу чергу кукурудзи, проса, гречки та соняшника. Пересів соняшником є можливим за умов, якщо його площі вирощування суттєво не порушують установлену в господарстві структуру посівів; використовувати увесь наявний арсенал посівної техніки, особливо сівалок для прямої сівби [3].

Під ярі колосові культури слід застосовувати диференційовану систему допосівного обробітку ґрунту з урахуванням особливостей кожного поля. Обробляти ґрунт слід тільки при фізичній стиглості, в стислі строки з використанням сучасних вискоєфективних комбінованих машин, знарядь і широкозахватних агрегатів.

Ярі колосові культури необхідно висівати в якомога ранні і стислі (2–3 доби) строки, використовуючи широкозахватні посівні комплекси і агрегати. Важливим заходом у догляді за посівами є прикочування, особливо в умовах посушливої весни.

Ярі культури в зв'язку з частими посухами навесні не завжди можуть сформувати щільний стеблостій, через недостатньо розвинену вторинну кореневу систему, рослини часто забур'янюються і, як наслідок, мають низьку продуктивність. Найчастіше ці культури засмічують переважно ранні (редька дика, гірчиця польова, лобода біла та ін.) і пізні ярі (амброзія полинолиста, мишій сизий та зелений), а також багаторічні коренепаросткові (осот рожевий і польовий, берізка польова, гірчак рожевий) бур'яни. Недобір урожаю зерна на забур'янених полях значний і може сягати до 25–40% і більше.

Збирання врожаю матиме свою специфіку, пов'язану зі строкатістю посівів ярих зернових колосових і зернобобових культур щодо свого стану на час жнивування. Передусім, це зумовлено агротехнологією вирощування (попередники, строки сівби, забезпеченість елементами живлення) та сортовими особливостями. Значним чином на посіви вплинули і гідротермічні умови: температура й опади, які мали локальний характер. Навіть у межах одного господарства можна знайти різні за станом розвитку й дозрівання посіви: як добре розвинені, так і низькорослі, забур'янені, полегли.

Висновок. Тож технологія збирання зерна має бути індивідуальною і враховувати особливості кожного поля, а також рівень матеріально-технічного забезпечення збиральних робіт і післязбиральної доробки врожаю. Сумарні втрати зерна за жаткою комбайну не повинні перевищувати 0,5 %, а при обмолоті полеглих хлібів – 1,5%.

Список використаних джерел

1. Фізіолого-біохімічні аспекти адаптації сільськогосподарських рослин до комплексної дії абіотичних факторів середовища: монографія: О. М. Вінниченко, В. С. Більчук, І. О. Філонік та ін.; Дніпропетр. нац. ун-т ім. О. Гончара, НДІ біології. Д.: Нова ідеологія, 2011. 224 с.

2. Стратегія розвитку моніторингу біологічного різноманіття в Україні. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ecnc.org/publications/technicalreports/monitoring-biodiversityukraine-strategy> .

3. Патики В. П. Біотехнологія ризосфери овочевих рослин: монографія / В. П. Патики, Т. М. Мельничук, М. К. Шерстобоев; За ред. В. П. Патики. Вінниця: «ПП»ТД Едельвейс і К», 2015. 266 с.

Максим ГОЙ⁴,
Студент 4 курсу,
Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ В УКРАЇНІ

Анотація. У статті описано специфіку внутрішнього виробництва та споживання ячменю. Висвітлено проблеми з якими зіткнулися аграрії під час вирощування культури у 2023 році. Зображено динаміку виробництва, споживання, експорту.

Ключові слова. ячмінь, зерно, виробництво, урожайність, якість.

Annotation. The article describes the specifics of domestic production and consumption of barley. The problems faced by farmers during crop cultivation in 2023 are highlighted. The dynamics of production, consumption, and export are depicted.

Key words. barley, grain, production, productivity, quality.

Вступ. Ячмінь є важливою зернофуражною та харчовою культурою. Обґрунтовано тим, що зерно ячменю найбільш збалансоване за амінокислотним складом й не поступається провідним зерновим культурам, а лізину містить більше, ніж кукурудза, овес, сорго, пшениця чи рис.

Він є однією з найпоширеніших зернових колосових культур у світі і в Україні. Його використовують у переробній, харчовій, пивоварній, кондитерській, фармацевтичній промисловості. А у галузі кормовиробництва він є обов'язковим компонентом, адже собівартість виробництва зерна ячменю значно нижча серед зернових культур. Зерно ячменю є цінним для годівлі тварин, оскільки за поживними якостями наближається до стандартів концентратів.

Виклад основного змісту. Зернові культури змінюють важливу роль у сільському господарстві України, і наявність багатьох видів польових культур

⁴Науковий керівник: к.с.-г.н., старший викладач кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур ВНАУ Шевченко Н.В.

підкреслює їх різноманітність. Основна кількість вирощуваних рослин становить 15 видів, і половину з них становлять зернові культури.

Ячмінь, один із найдавніших видів рослин, грає важливу роль у світовому та українському сільському господарстві. У світовому виробництві він займає четверте місце після пшениці, рису та кукурудзи, а в Україні він розташовується на другому місці після пшениці.

Ячмінь має значення в трьох сферах: як продукт для харчування, як корм для тварин та як сировина для промисловості. також, зерно ячменю використання для виробництва солоду, який використовується в пивоварній промисловості для виробництва пива та віскі. Крім того, ячмінь є важливою культурою для вирощування корму для сільськогосподарських тварин завдяки своєму збалансованому амінокислотному складу.

Загальна потреба внутрішнього споживання ячменю значно перевищує рівень сучасного виробництва. На нестабільність валового виробництва зерна ячменю у різні роки значний вплив здійснило коливання урожайності. Причиною такого явища у різні роки є не дотримання технології вирощування – не обґрунтовані сівозміни, оскільки під ячмінь залишають, як правило, найгірші попередники, що дуже висушують та виснажують ґрунт; неякісний обробіток ґрунту; відсутність або недостатня кількість внесення добрив; низький рівень застосування засобів захисту рослин; неправильний підбір сорту, без урахування біологічних та технологічних особливостей і вимог сорту.

За даними Державної служби статистики України в 2019 році середня врожайність ярого ячменю склала 32,4 ц/га, а озимого – 36,7 ц/га, але в окремих областях, зокрема в Хмельницькій, вона становила 42,1 ц/га та 46,1 ц/га відповідно, що свідчить про позитивну динаміку зростання продуктивності й поступове наближення її до рівня розвинутих аграрних країн [2]. На регіональному рівні цього року найбільшими виробниками ячменю були аграрії Одеської (15,9% від загального обсягу), Миколаївської (9,5%), Дніпропетровської (7,4%), Вінницької (6,7%) і Херсонської (6,6%) областей, які на 48,7% зібраної площі сумарно виростили 46,1% врожаю від усього його обсягу в країні. У той же час, в цих регіонах продуктивність використання земельних угідь виявилася значно нижчою, оскільки при співставленні 1% їх площі забезпечував надходження лише 0,9% виходу продукції від валового врожаю. Тобто якщо в динаміці загалом у державі можна спостерігати позитивний ефект від інтенсифікації і підвищення рівня середньої урожайності цієї сільськогосподарської культури, то на регіональному рівні поточного року досить чітко простежуються ще переважаючий вплив екстенсивного фактору розвитку галузі на обсяги виробництва ячменю. Для підвищення ефективності вирощування ячменю слід впроваджувати нові технології, основані на застосуванні сучасних сортів та гібридів, засобів захисту рослин, сучасної високопродуктивної техніки, яка забезпечить виконання всіх технологічних операцій в агротехнічній строк і з необхідною якістю.

Завдячуючи вітчизняним селекціонерам сучасні сорти ячменю можуть забезпечити високу врожайність, у зв'язку з чим ця культура займає вагоме місце в структурі зернових. Подальша інтенсифікація сільськогосподарського виробництва а саме внесення високих доз добрив, особливо азоту, засобів захисту рослин і регуляторів росту, з одночасним впровадженням покращених сортів інтенсивного типу призвела до того, що за останнє десятиліття врожайність зернових значно зросла у країнах ЄС.

У цьому році викликів для українських експортерів зернових буде більш ніж достатньо. Обмежена робота «зернового коридору» та закриття експорту до Східної Європи — це очевидні речі. Разом з тим, на світовий ринок після невдалого сезону з кукурудзою та пшеницею повертається Аргентина. Рекордний врожай по кукурудзі очікується і у Бразилії. Втішні прогнози щодо врожайності зернових і в Європі.

Український ячмінь продовжує втрачати своїх позиції на світових, що зумовлено зниженням його виробництва. Різниця виробництва з попередніми роками велика. Але в бочці дьогтю є і ложка меду: нам буде простіше реалізувати меншу кількість ячменю виходячи, що основні країни-імпортери українського ячменю — Китай та Саудівська Аравія — диверсифікували свої закупівлі і спокійно можуть обійтися без нашого зерна



Рис 1. Динаміка виробництва та експорту українського ячменю, млн. т.

У 2023 році під ячменем засіяно 1,4 млн га, що на 43% нижче показника довоєнного 2021 року. Саме під ячменем посівні площі в Україні скоротилися найбільш суттєво порівняно з іншими зерновими культурами.

В українських фермерів при вирощуванні були однакові проблеми:

- Дороговартісні добрива і відсутність коштів для їх придбання;
- Низька вартість агропродукції та проблеми із логістикою;
- Масове блокування податкових накладних.

Аграрії на деокупованих територіях чи в зоні бойових дій, в додачу мають проблеми, спричинені бойовими діями та замінуванням .

Висновок. Ячмінь є важливим злаком, який має історію з стародавніх часів вирощування та використання в харчовій промисловості та сільському господарстві. Він служить джерелом корисних речовин для людей та кормом для тварин. Здоровий та корисний, ячмінь залишається важливим елементом нашого харчового ланцюга та сільськогосподарської практики.

Список використаних джерел

1. Пшениця, ячмінь, кукурудза: перспективи експорту в сезоні 2023. [Електронний ресурс] Latifundist – Режим доступу до журн.: <https://latifundist.com/blog/read/3002-pshenitsya-yachmin-kukurudza-perspektivi-eksportu-v-sezoni-2023>
2. Манько К. Ячмінь ярий: сучасні технології вирощування. [Електронний ресурс] Агро-бізнес – Режим доступу до журн.: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomii-sohodni/item/234-iachmin-iaryi-suchasni-tekhnologii-vyroshchuvannia.html>
3. Рожко В. Ранні зернові: результати сезону-2021/22 та старт 2022/23 МР в умовах війни. [Електронний ресурс] АПК-інфо – Режим доступу до журн.: <https://www.apk-inform.com/uk/exclusive/topic/1528022>
4. Жнива озимих культур: прогнози, врожайність та прибутки фермерів. [Електронний ресурс] Куркуль – Режим доступу до журн.: <https://kurkul.com/spetsproekty/1356-jniva-ozimih-kultur-prognozi-vrojajnist-ta-pributki-fermeriv>
5. Удосконалення системи удобрення у технології вирощування ячменю озимого на чорноземі опідзоленому Тернопільської області. Андрусишин С.П. – Кваліфікаційна робота. Кафедра агрохімії та ґрунтознавства. – Дубляни, Львівський НАУ, 2021. Сторінка 8- 10.

Яна ГОНЧАРУК⁵,
студентка 3 курсу,
Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВИРОБНИЦТВО ТА ОЦІНКА ЯКОСТІ НАСІННЯ СОЇ

Анотація. У статті проаналізовано обсяги насіння сої та продуктів його переробки. Здійснено визначення провідних країн-експортерів зерна сої, а також місце нашої держави на світовому ринку з виробництва даної

⁵Науковий керівник: доцент кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства Паламарчук І.І.

культури. Виокремлено основні умови безпечної агропродукції. Згідно аналізу літературних джерел встановлена низка системних фундаментальних досліджень з визначення якості насіння сої та можливостей поліпшення за використання сучасних передових технологій, які беруть участь у реалізації конкретних ознак якості олійних культур. Доведено, що якість насіння сої визначається сортовими особливостями, ґрунтово-кліматичними умовами та технологією вирощування культури.

Ключові слова. соя, урожайність, генетичний потенціал, реалізація, якість.

Annotation. The article analyzes the volume of soybean seeds and its processing products. The leading soybean exporting countries were determined, as well as the place of our country in the world market for the production of this crop. The main conditions of safe agricultural production are highlighted. According to the analysis of literary sources, a number of systematic fundamental studies have been established to determine the quality of soybean seeds and the possibilities of improvement using modern advanced technologies, which are involved in the implementation of specific signs of the quality of oil crops. It has been proven that the quality of soybean seeds is determined by varietal characteristics, soil and climatic conditions, and culture cultivation technology.

Key words. soybean, productivity, genetic potential, implementation, quality.

Вступ. Агропромисловий комплекс України є одним з найперспективніших секторів економіки держави та розвинутих країн світу. Провідне місце в агропромисловому виробництві належить олійно-жировому підкомплексу країни, оскільки існуючий потенціал цієї галузі є надзвичайно великим. Розвиток виробництва олійно-жирової продукції в Україні пов'язують саме з вже традиційною олійною культурою – соєю, що пояснюється постійним зростанням рівня попиту на насіння сої та продуктів її переробки [1].

Україна повністю задовольняє власні потреби у продукції переробки насіння сої та є найбільшим експортером на світовому ринку. Але для успішного розвитку вітчизняного олійно-жирового підкомплексу та утримання лідируючих позицій України виникає необхідність в об'єктивній оцінці виробництва насіння сої на регіональному рівні [2]. Тому, інтенсифікація виробництва насіння сої повинно стати одним із стратегічних напрямків прискореного розвитку всього агропромислового комплексу України [4].

Виклад основного змісту. Поліпшення продуктивності сільського господарства є важливим для досягнення глобальної продовольчої безпеки, враховуючи проблеми зростання населення, невизначеності клімату, екологічного стресу та деградації земель, а також розширення земель, що використовуються для виробництва непродовольчих (енергетичних) ресурсів [1–3]. Реалізовані врожаї на рівні ферм є результатом складного процесу, який включає генетичне вдосконалення сортів рослин, їх взаємодію з багатьма факторами навколишнього природного середовища та постійне вдосконалення аграрної практики і рішень фермерів, зумовлених ринковими умовами. Для

цього необхідно зосередити увагу на створенні високопродуктивних сортів сої різних груп стиглості з уточнення зони стабільного виробництва, оптимізації структури посівних площ провідних сільськогосподарських культур, розробці та впровадженню наукоємних, інноваційних технологій їх вирощування.

Соя – стратегічна зернобобова культура світового землеробства, що перебуває в центрі уваги світової аграрної науки і виробництва. За останні 50 років її посіви у світі збільшились з 23,8 до 102,4 млн га, врожайність – з 1,68 до 2,55 т/га, виробництво – з 26,9 до 263 млн т, або в 9,8 раза. Її вирощують у 91 країні світу. За обсягами виробництва вона займає четверте місце у світі після кукурудзи, пшениці й рису. У світі ресурси рослинного білка з урожаєм сої надходять близько 100 млн т. За обсягами виробництва олії соя займає перше місце у світі серед олійних культур. Посіви сої біологічно фіксують 155–198 кг/га азоту. Завдяки цьому соя на 65–80 % забезпечує свою потребу в азоті, значну частину його залишає в ґрунті, тому є одним із кращих попередників у сівозміні [5, 6].

Основне виробництво культури сої в Україні розміщено в соєвому поясі, до якого входить зона Лісостепу, яка включає дев'ять адміністративних областей. Нині в зоні Лісостепу було розміщено 64,5% посівів сої, Степу 25,1%, на Поліссі – 10,4% [5].

Низка досліджень [1-6] свідчать проте, що біохімічний склад насіння сої також значно змінюється залежно від сорту. Очевидно, що це специфічна властивість сорту, але вона також знаходиться під дуже сильним впливом навколишнього природного середовища.

Змінюється також вміст жиру та вміст безазотних екстрактивних речовин. Незважаючи на високий вміст протеїну та жиру, соя містить у своєму складі антипоживні речовини, які у процесі виготовлення кормів обов'язково повинні бути інактивовані. Серед них інгібітори протеаз, які знижують протеолітичну активність ферментів трипсину й хімотрипсину, що веде до порушення функції травлення. У бобах сої активним також є фермент уреаза, який руйнує якісні білки та амінокислоти корму в організмі й перетворює їх на отруйну речовину – аміак. Уреаза бобів сої у шлунку тварини розщеплює сечовину шлункового соку, чим підлужує середовище навколо часточки корму, що перешкоджає дії пепсину. Показник активності уреази дає змогу непрямим методом оцінити необхідну ступінь обробки бобів сої і є критерієм оцінки ступеня знешкодження антипоживних речовин [7].

Висновок. Отже, аналіз огляду літературних джерел свідчить про значне поширення сої для виробництва високоякісних продуктів. Проте біохімічна складова нових сортів сої не завжди відповідає показникам, що передбачені нормативними документами. Для виробництва сої необхідно постійно проводити моніторинг вмісту протеїну та жиру в насінні та впроваджувати у виробництво сорти з комплексними показниками продуктивності. Крім цього, нині дослідженню особливостей біохімічної складової залежно від генотипових особливостей сої приділяється недостатня увага. Для виробництва високоякісного насіння сої необхідно мати високоадаптивний сортовий склад.

Це забезпечить максимальну реалізацію культури щодо формування врожаю та його якості.

Список використаних джерел

1. Оцінка якості зерна URL: <https://superagronom.com/slovník-agronoma/osinka-yakosti-zerna-id18694>
2. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від удобрення. Вісник Уманського НУС. 2015. № 1. С. 11–16.
3. Петриченко Н.М. Формування урожайності та товарних якостей насіння сої залежно від впливу агротехнічних заходів в Лісостепу України. Аграрна наука – селу: наук. зб. Подільської держ. аграрно-технічної академії. 1998. Вип. 2. С. 85–86.
4. Didur I., Bakhmat M., Chynchyk O., Pansyryeva H., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10(5). P. 54-61. DOI: 10.15421/2020_206
5. Pansyryeva H., Stroyanovskiy V., Mazur K., Chynchyk O., Myalkovsky R. The influence of bio-organic growing technology on the productivity of legumins. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11 (3). P. 35-39 DOI: 10.15421/2021_139
6. Mazur V., Didur I., Tkachuk O., Pansyryeva H., Ovcharuk V. Agroecological stability of cultivars of sparsely distributed legumes in the context of climate change. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 1 (24). P. 54-60 DOI: [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(1\).2021.54-60](https://doi.org/10.48077/scihor.24(1).2021.54-60)
7. Mazur V., Tkachuk O., Pansyryeva H., Demchuk O. Quality of pea seeds and agroecological condition of soil when using structured water. *Scientific Horizons*. 2021. 24(7), 53-60.

Тетяна ДЕШЕВА⁶,

Студентка 4 курсу,
Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ПОБІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Анотація. У статті наведено результати досліджень впливу обробітку ґрунту та побічної продукції на врожайність озимої пшениці в Західному Лісостепу України. В результаті досліджень було встановлено, що за різних

⁶Науковий керівник: кандидат с.-г. н. доцент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур. ВНАУ Циганський В'ячеслав.

видів обробітку, об'ємна маса шару ґрунту змінювалась. Варто відзначити, що використання на удобрення побічної продукції сприяло певному зниженню щільності складення ґрунту, але призвело до підвищення забур'яненості, яка зростала зі зменшенням глибини обробітку.

***Anotation.** The article presents the results of studies of the influence of tillage and by-products on the yield of winter wheat in the Western Forest Steppe of Ukraine. As a result of the research, it was established that the volumetric mass of the soil layer changed under different types of cultivation. It is worth noting that the use of by-products for fertilization contributed to a certain decrease in the density of the soil composition, but led to an increase in weediness, which increased with a decrease in the depth of cultivation.*

Вступ. Отримання оптимальних агрофізичних показників родючості ґрунту для кожної культури в сівозміні є важливою проблемою в землеробстві. Заходи механічного обробітку інтенсивніше впливають на щільність будови ґрунту, ніж природні процеси [1–3]. Системи обробітку ґрунту періодично змінюються, але залишаються такі фундаментальні заходи основного обробітку, як оранка та безполицевий обробіток [4]. Кожна сільськогосподарська культура за своїми біологічними особливостями по-різному реагує на ущільнення ґрунту [5, 6]. Урожайність культури істотно знижується зі збільшенням чи зменшенням об'ємної маси ґрунту щодо оптимальної. За багаторічної оранки на одну й ту саму глибину утворюється щільна плужна підшва, яка впливає на більшість ґрунтових процесів [7–9]. У Західному Лісостепу оранка традиційно була найпоширенішим способом обробітку ґрунту, хоча під зернові культури після зернобобових і просапних попередників її рекомендувалося замінювати поверхневим обробітком [10, 11]. Застосування оранки насамперед зумовлено потребою в боротьбі з бур'янами, для яких умови достатнього зволоження є дуже сприятливими [12, 13]. У сучасному землеробстві, за винятком органічного, забур'яненість посівів переважно контролюється застосуванням високоефективних гербіцидів [14, 15]. За останні 10–15 років у зв'язку з глобальним потеплінням і в зоні Західного Лісостепу в літні місяці та вересні дедалі частіше спостерігається періодична відсутність запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, що спонукає до переходу на вологоощадні системи обробітку ґрунту [16]. Безполицеві способи обробітку ґрунту сприяють кращому збереженню вологи і потребують менших енерговитрат, що значно підвищує конкурентоспроможність вирощеної продукції [17]. Особливістю сучасного землеробства є використання для удобрення більшої частини побічної рослинницької продукції, що, крім поліпшення властивостей ґрунтів на фоні високих доз мінеральних добрив компенсаційного азоту, може призвести до істотного підкислення та дегуміфікації малобуферних ґрунтів [18, 19]. У процесі мінералізації біомаси в ґрунті можуть накопичуватися токсичні для рослин сполуки, що призводить до зниження врожайності [20].

Виклад основного матеріалу. Дослідження проводили В.М. Польовий, М.Г. Фурманець, О.В. Сніжок впродовж 2009 – 2020 рр. у стаціонарному польовому досліді Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН. Чергування культур у сівозміні: пшениця озима – кукурудза на зерно – ячмінь ярий – ріпак озимий. Площа облікової ділянки – 50 м², повторність – 3-разова. 10–12 і дискового – на 6–8 см. Ґрунт дослідної ділянки – темно-сірий опідзолений легкосуглинковий з умістом гумусу 1,93%, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 99 мг/кг, рухомих форм фосфору і калію (за Кірсановим) відповідно – 238 і 85 мг/кг. Мінеральні добрива під пшеницю озиму вносили дозою N₁₅₀P₉₀K₁₂₀. Видовий склад бур'янів, їх масу та кількість на 1 м² визначали перед збиранням урожаю [21].

Дослідження, проведені впродовж 3-х ротацій 4-пільної сівозміни, свідчать про те, що щільність складення ґрунту під пшеницею озимою істотно змінювалася залежно від способу обробітку і зароблення в ґрунт побічної продукції (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка щільності складення ґрунту під пшеницею озимою залежно від способів обробітків ґрунту і використання побічної продукції, г/см³

Обробіток	Спосіб використання соломи	Шар ґрунту, см	Ротація сівозміни		
			I (2009–2011 рр.)	II (2013–2015 рр.)	III (2017–2019 рр.)
Оранка на 20–22 см	Відчування	0-10	1,14	1,17	1,21
		10-20	1,26	1,31	1,29
		20-30	1,43	1,38	1,34
	На добриво	0-10	1,19	1,16	1,15
		10-20	1,24	1,26	1,31
		20-30	1,39	1,33	1,36
Дискування на 10–12 см	Відчування	0-10	1,22	1,19	1,24
		10-20	1,28	1,29	1,33
		20-30	1,39	1,37	1,44
	На добриво	0-10	1,20	1,16	1,26
		10-20	1,24	1,26	1,34
		20-30	1,34	1,36	1,40
Дискування на 6–8 см	Відчування	0-10	1,16	1,20	1,27
		10-20	1,26	1,30	1,32
		20-30	1,42	1,39	1,53
	На добриво	0-10	1,13	1,18	1,23
		10-20	1,24	1,27	1,36
		20-30	1,38	1,34	1,50

За відчування з поля побічної продукції культур сівозміни об'ємна маса шару ґрунту 0–10 см впродовж періоду досліджень становила за оранки 1,14–1,21 г/см³; дискування на 10–12 см – 1,19–1,24 г/см³; дискування на 6–8 см – 1,16–1,27 г/см³. Порівняно з верхнім шаром щільність ґрунту за всіх обробітків ґрунту з глибиною збільшувалася і в шарі 20–30 см за оранки,

дискування на 10–12 і на 6–8 см дорівнювала відповідно 1,34–1,43; 1,37–1,44 і 1,39–1,53 г/см³, що свідчить про формування плужної підшви. За внесення в ґрунт біомаси побічної продукції спостерігалася тенденція до зниження його щільності в усіх шарах ґрунту, але загальні закономірності її формування в шарах ґрунту були подібними до варіантів, у яких побічна продукція відчужувалася. Порівняно з оранкою за дискування на 10–12 см і поверхневим обробітком на 6–8 см з часом спостерігалася збільшення об'ємної маси ґрунту в усіх 3-х досліджуваних шарах. Найвищі значення її показника перед збиранням пшениці озимої встановлено в III ротації сівозміни. Особливо істотне ущільнення ґрунту відбулося за дискування на 6–8 см у шарі 20–30 см – до 1,53 і 1,50 г/см³ відповідно у варіантах із відчуженням побічної продукції та за використання її на удобрення. Результати багатьох польових дослідів і спостереження за виробничими посівами свідчать про те, що перехід від оранки до мінімального обробітку ґрунту, або no-till, як правило, призводить до підвищення забур'яненості посівів і зміни видового складу бур'янів зі збільшенням частки важковикорінюваних і найбільш шкочинних видів [23–25].

Таблиця 2

Вплив способів обробітку ґрунту і побічної продукції на забур'яненість посівів пшениці озимої

Обробіток ґрунту	Спосіб використання соломи	Ротація сівозміни					
		I (2009–2011 рр.)		II (2013–2015 рр.)		III (2017–2019 рр.)	
		шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²
Оранка на 20–22 см	Відчуження	108,0	54,8	67,0	36,2	18,0	17,8
	На добриво	163,0	78,2	98,0	53,9	25,0	21,7
Дискування на 10–12 см	Відчуження	212,0	86,0	166,0	71,6	45,0	38,9
	На добриво	246,0	97,1	194,0	85,4	53,0	44,7
Дискування на 6–8 см	Відчуження	278,0	102,3	219,0	98,9	76,0	52,2
	На добриво	305,0	137,0	256,0	109,0	89,0	61,4

Наведені в табл. 2 дані обліків забур'яненості посівів пшениці озимої також підтверджують те, що заміна оранки дискуванням на 10–12 см і 6–8 см зумовила збільшення в I ротації кількості бур'янів зі 108 до 212 і 278 шт./м² відповідно за відчуження побічної продукції та зі 163 до 246 і 305 шт./м² відповідно за їх заробляння в ґрунт. Різде збільшення забур'яненості посівів пшениці озимої внаслідок заміни полицевого обробітку дискуванням насамперед пов'язане з глибоким заробленням насіння бур'янів і значною втратою його схожості за оранки. Побічна продукція як добриво також сприяла значному підвищенню забур'яненості, що зумовлено наявністю в ній невимолочених під час збирання попередника бур'янів, які потрапляють у ґрунт з його біомасою. Крім того, за обробітку дисками, особливо мілкою, значна кількість соломи попередника залишається на поверхні поля і після висівання культури, що істотно знижує ефективність гербіцидів [26]. Маса бур'янів у варіантах дослідів змінювалася за тією самою закономірністю, що й їхня

кількість, тобто збільшувалася зі зменшенням глибини обробітку ґрунту та з використанням на удобрення побічної продукції попередника. У I ротатії сівозміни у варіантах без побічної продукції маса бур'янів зростала з 54,8 г/м² за оранки до 86,0 і 102,3 г/м² за дискування на 10–12 і 6–8 см відповідно, у варіантах з удобренням побічною біомасою – з 78,2 до 97,1 і 137,0 г/м² відповідно. Результати обліків забур'яненості пшениці озимої у II і III ротатіях сівозміни свідчать про стале її зменшення в часі, що є наслідком ефективної дії гербіцидів у системах захисту культури сівозміни. У III ротатії кількість бур'янів за відчуження побічної продукції у варіантах з оранкою, дискуванням на 10–12 см і 6–8 см становила відповідно 18,0; 45,0 і 76,0 шт./м², у варіантах із заробленням у ґрунт побічної продукції – відповідно 25; 53 і 89 шт./м². Тобто порівняно з оранкою за дискування на 10–12 см і 6–8 см забур'яненість посівів всеодно була відповідно в 2,1–2,5 і 3,6–4,2 рази вищою.

Таблиця 3

Урожайність пшениці озимої залежно від способів обробітку ґрунту і використання побічної продукції, т/га

Спосіб		Ротатія сівозміни			Середнє обробітку ґрунту за 3 ротатії
обробітку ґрунту	використання побічної продукції	I (2009–2011 рр.)	II (2013–2015 рр.)	III (2017–2019 рр.)	
Оранка на 20–22 см	Відчуження	6,52	6,87	6,33	6,57
	На добриво	6,35	7,07	6,75	6,72
Дискування на 10–11 см	Відчуження	6,27	6,06	6,11	6,15
	На добриво	6,04	3,32	6,46	6,27
Дискування на 6–8 см	Відчуження	4,59	6,15	4,75	5,16
	На добриво	5,27	5,58	5,13	5,33

Отримані експериментальні дані свідчать про те, що пшениця озима істотно реагує на обробітку ґрунту і на зароблення в ґрунт побічної продукції культур сівозміни (табл. 3). Заміна оранки на дискування з одночасним зменшенням глибини обробітку супроводжувалася зниженням урожайності в усіх ротатіях сівозміни. У середньому за 3 ротатії за відчуження побічної продукції заміна оранки дискуванням на 10–12 і 6–8 см зумовила зниження врожайності зерна з 6,57 т/га до 6,15 і 5,16 т/га відповідно, або на 6,7 і 21,5%. За використання побічної продукції на удобрення врожайність за дискування знизилася відповідно на 6,7, і 20,7%. Ефективність застосування на удобрення побічної вегетативної маси змінювалася залежно від ротатій сівозміни. У I ротатії за всіх способів обробітку ґрунту зароблення в ґрунт побічної продукції в поєднанні з компенсаційним азотом дозою N10 на 1 т призвело до зниження врожайності пшениці озимої. За оранки на 20–22 см, дискування на 10–12 см і 6–8 см вона знизилася порівняно з варіантами без унесення побічної продукції відповідно на 2,6; 3,7 та 7,0%. У II і III ротатіях сівозміни у варіанті з оранкою її внесення сприяло підвищенню врожайності на 2,9 і 6,6%, за дискування на 10–12 см – відповідно на 4,3 і 5,7%. На відміну від зазначених варіантів, за дискування на 6–8 см зниження врожайності від зароблення в ґрунт побічної

продукції спостерігалось і в II ротації, але в III вона сприяла підвищенню врожайності на 8%. Підвищення ефективності побічної продукції культур сівозміни в часі ймовірно пов'язане з поступовою активацією мікробіологічних процесів у ґрунті та пришвидшенням їхньої мінералізації, що сприяло надходженню в ґрунт додаткової кількості елементів живлення. Крім того, зменшення забур'яненості посівів пшениці озимої залежно від ротацій сівозміни у варіантах з використанням на удобрення побічної продукції також позитивно вплинуло на врожайність.

Висновок. Упродовж 3-х ротацій сівозміни об'ємна маса шару ґрунту 0–10 см за всіх досліджуваних обробітків перебувала в сприятливому для пшениці озимої інтервалі – 1,13 – 1,27 г/см³. Зі збільшенням глибини щільність ґрунту зростала і в шарі 20–30 см за оранки на 20–22 см, дискування на 10 – 12 см і 6–8 см становила відповідно 1,34–1,43; 1,37–1,44 та 1,39– 1,53 г/см³, що свідчить про формування плужної підшви. Побічна продукція дещо знижувала об'ємну масу ґрунту. Заміна оранки дискуванням на 10 – 12 і 6–8 см спричинила збільшення забур'яненості посівів пшениці озимої в I ротації зі 108 до 212 і 218 шт./м² відповідно за відчуження побічної продукції та зі 163 до 246 і 305 шт./м² відповідно за використання її на удобрення. Залежно від ротацій сівозміни забур'яненість посівів знижувалася, але із заміною оранки дискуванням, зменшенням його глибини та заробленням у ґрунт побічної продукції вона була вищою. У середньому за 3 ротації сівозміни за відчуження побічної продукції заміна оранки дискуванням на 10–12 і 6–8 см призвела до зниження врожайності зерна з 6,57 до 6,15 і 5,16 т/га відповідно. За використання побічної продукції на удобрення врожайність пшениці озимої знизилася з 6,72 до 6,27 і 5,33 т/га відповідно. З унесенням побічної продукції попередників у I ротації врожайність знизилася на 2,6 – 7,0%, у II і III ротаціях спостерігалось її підвищення на 2,9–8,0%.

Список використаних джерел

1. . Карташов С.Г., Городецький Е.Ю., Дудка В.С., Москалюк А.А. Вплив оптимальної щільності ґрунту для різних сільськогосподарських культур на врожайність. Таврійський науковий вісник. 2019. № 78. С. 21–27.
2. Новохацький М., Негуляєва Н., Бондаренко О., Гусар І. Експертиза систем різноглибинного основного обробітку ґрунту під час вирощування зернових культур. Техніка і технологія АПК. 2017. № 2. С. 33–37.
3. Горбатенко А.І., Горобець А.Г., Цилюрик О.І. Вплив способів основного обробітку чистого пару на агрофізичний стан ґрунту і урожайність озимої пшениці. Бюл. Ін-ту зернового господарства. 2010. № 38. С. 40–45.
4. Круть В.М., Танчик С.П. До питання застосування безполицевого обробітку ґрунту під зернові культури. Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ, 2002. Вип. 47. С. 13–18.
5. Цюк О.А., Центилю Л.В., Мельник В.І. Зміни агрофізичних властивостей чорнозему типового під впливом застосування добрив і обробітку

грунту. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2021. № 5 (93).

6. Примак І.Д., Боканча А.П. Зміна агрофізичних властивостей ґрунту і продуктивності плодозмінної сівозміни залежно від систем основного обробітку в центральному Лісостепу України. Таврійський науковий вісник. Вип. 65. Херсон: Айлант, 2009. С. 37–46.

7. Євтушенко Т.В., Тонха О.Л., Піковська О.В. Агрофізичні показники чорнозему типового залежно від удобрення та обробітку. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія Агронія. 2018. № 286. С. 188–196.

8. Заяць П.С. Вплив способів основного обробітку на щільність складення сірого лісового ґрунту в ланці зерно просапної сівозміни. Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». Київ: Едельвейс, 2018. Вип. 4. С. 11–20.

9. Примак І.Д., Панченко О.Б. Вплив механічного обробітку ґрунту та удобрення у спеціалізованій зернопросапній сівозміні Центрального Лісостепу України на агрофізичні властивості чорнозему типового. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2015. № 6.

10. Павліченко А.А. Урожайність пшениці озимої залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення. Наукові доповіді НУБіП України. 2018. № 4 (74).

11. Система ведення сільськогосподарського виробництва в господарствах Рівненської області. Рівненська державна сільськогосподарська дослідна станція. Центр наукового забезпечення АПВ Рівненської області. 2004. 163 с.

12. Ображій С.В. Урожайність культур за різних систем основного обробітку ґрунту та рівнів удобрення в зернопросапній сівозміні центрального Лісостепу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2015. Вип. 3. С. 131–142.

13. Манько Ю.П., Кобзиста Ю.П. Ефективність контролю забур'яненості. Карантин і захист рослин. 2009. № 2. С. 21–23.

14. 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. 16–20.

15. Лебідь Е.М., Циліорик О.І., Горобець А.І. та ін. Родючість ґрунту та врожайність польових культур за різних систем обробітку та удобрення в сівозміні. Вісник ДДАУ. 2013. № 2 (32). С. 26–31.

16. Новохацький М.Л., Сердюченко Н.М., Бондаренко О.А. Ресурсозберігаючі технології вирощування сільськогосподарських культур в умовах зміни клімату. Техніко-технологічні системи розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л.В. Погорілого. 2019. Вип. 24. С. 278–287.

17. Шикіула М.К., Балаєв А.Д., Капштик М.В. та ін. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві. Київ: Оранта, 1998. 640 с.

18. Малієнко А.М., Борис Н.Є. Вплив методів основних обробітків та побічної продукції попередника на щільність складення ґрунту в сівозміні. Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва. Умань: УНУС, 2016. Вип. 89. Ч. 1. С. 113–125.
19. Polovyi V., Snitynskyi V., Hnativ P. et al. Agroecological efficiency of a crop fertilization system with the use of phytomass residues in the western forest steppe of Ukraine. J. of Elementology. 2021. № 26(2). P. 433–445.
20. Іванюк Г. Біопродуктивність ґрунтів: навч. посіб. для студентів. вищ. навч. закл. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2009. 350 с.
21. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П. та ін. Методика випробування і застосування пестицидів. Київ: Світ, 2001. 448 с.
22. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.В., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії; за ред. В.О. Єщенка. Вінниця, 2014. 332 с.
23. Вожегова Р.А., Малярчук А.С., Котельніков Д.І., Резніченко Н.Д. Забур'яненість пшениці озимої за мінімізованої та нульової систем основного обробітку ґрунту, удобрення та сидерації. Аграрні інновації. 2020. № 4. С. 5–9.
24. Omara P., Lawrence A., Elizabeth M.E., et al. Influence of no-tillage on soil organic carbon, total soil nitrogen, and winter wheat (*Triticum aestivum* L.) grain yield. International journal of agronomy. 2019. V.
25. Devita P., Di Paolo E., Fecondo G. et al. Notillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. Soil and Tillage Research. 2007. V. 92, № 1–2. P. 69–78.
26. Крисько Ю.Ф., Уюк О.А. Основний обробіток ґрунту. Протибур'янова ефективність різних систем у сівозміні. Захист рослин. 1998. № 5. С. 23.

Валентин КОСТУР⁷,

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

ЗАХІДНИЙ КУКУРУДЗЯНИЙ ЖУК (*Diabrotica virgifera* Le Conte.)

***Анотація.** Стаття присвячена дослідженню проблеми, пов'язаної з західним кукурудзяним жуком – одним з найшкідливіших комах-шкідників кукурудзи. Автори досліджують вплив цього жука на рослини, зокрема на пошкодження кореневої системи, зменшення маси корневих структур та підвищену вразливість до захворювань. Окрім того, обговорюється також характерна форма стебла «гусячої шиї», що ускладнює збирання урожаю.*

Одним з важливих факторів, які сприяють збільшенню популяції цього шкідника, є постійна вирощування кукурудзи без сівозміні. Така практика

⁷Науковий керівник – кандидат с.-г наук, доцент Олег Колісник.

створює умови для поширення західного кукурудзяного жука та його наростання в кількості.

Для аграрних виробників, які займаються вирощуванням кукурудзи, надає інформацію про проблему, яку створює західний кукурудзяний жук, а також розглядає практичні аспекти управління цим шкідником. Через значний економічний вплив шкідливості цього жука на вирощування кукурудзи, стаття може сприяти розробці ефективних стратегій контролю та управління західним кукурудзяним жуком.

Annotation. This article is dedicated to researching the problem associated with the Western Corn Rootworm, one of the most destructive pests of maize (corn). The authors investigate the impact of this beetle on plants, particularly the damage it causes to the root system, reduced root mass, and increased vulnerability to diseases. Additionally, the characteristic "goose neck" stem deformation, which complicates crop harvesting, is discussed.

One of the significant factors contributing to the proliferation of this pest is the continuous monoculture of corn without crop rotation. Such practices create favorable conditions for the spread and population growth of the Western Corn Rootworm.

For agricultural producers engaged in corn cultivation, this article provides information about the issues posed by the Western Corn Rootworm and explores practical aspects of pest management. Due to the substantial economic impact of this pest on corn cultivation, the article can contribute to the development of effective control and management strategies for the Western Corn Rootworm.

Вступ. Західний кукурудзяний жук (*Diabrotica virgifera* Le Conte.) є одним з найбільш шкідливих комах для кукурудзи. Він спричиняє значні втрати врожаю та може значно погіршити якість вирощених рослин.

Західний кукурудзяний жук живиться листям, стеблами та квітами кукурудзи. Його личинки також можуть пошкоджувати кореневу систему рослин. Симптоми пошкодження цим комахою включають появу дірок та складок на листях, засихання та відмирання квіток, а також пошкодження стебел (рис. 1.).



Рис. 1. Імаго західного кукурудзяного жука та пошкодження коріння та качанів

Для контролю західного кукурудзяного жука необхідно використовувати інтегрований підхід, який включає в себе застосування фунгіцидів, біологічних

препаратів та феромонних пасток. Також важливо проводити регулярні огляди посівів та вчасно виявляти уражені рослини для їх видалення [1].

Запобігання поширенню західного кукурудзяного жука також включає в себе сівозміну, використання стійких сортів кукурудзи та належне оброблення насіння перед посівом. Дотримання рекомендацій щодо дозування та часу обробки також є важливим фактором успішного контролю західного кукурудзяного жука.

Виклад основного матеріалу. Шкідний кукурудзяний жук, відомий також як західний кукурудзяний жук, є серйозною загрозою для врожаю кукурудзи. Його личинки пошкоджують коріння рослин, що призводить до зменшення кореневої маси і поганого розвитку коріння. Крім того, вони можуть переносити різні захворювання, такі як грибкові, бактеріальні та вірусні, на кукурудзу.

Пошкоджені рослини стають слабкими і легко зламуються під впливом сильних вітрів та дощів. Це ускладнює механізований збір врожаю і може призвести до його повної або часткової втрати. Найбільша шкодочинність цього жука спостерігається на полях, де немає сівозміни. При постійному вирощуванні кукурудзи популяція цього шкідника значно зростає [2, 3].

Жуки живляться різними частинами кукурудзи, такими як пилок, стовпчики, незрілі зерна та листя. Вони також можуть харчуватися пилом інших рослин, таких як гарбузи, бобові, злакові і складноцвіті рослини.

Один з основних способів пошкодження, які завдає цей жук, – це пошкодження кореневої системи кукурудзи. Жук живиться коренями рослин, що призводить до зменшення кореневої маси і поганого розвитку кореневої системи. Це впливає на здоров'я рослин та їх здатність до поглинання води та поживних речовин з ґрунту.

Загалом, західний кукурудзяний жук є серйозною загрозою для вирощування кукурудзи та інших рослин. Його пошкодження може призвести до значних втрат врожаю та негативно вплинути на економіку сільськогосподарських господарств. Тому, розвиток ефективних методів контролю цього жука є важливим завданням для забезпечення стабільного вирощування кукурудзи.

У 2005 році виявлено західного кукурудзяного жука в 13 районах Закарпатської області. Цей шкідник присутній як на присадибних ділянках, так і на полях господарств та в населених пунктах. Загальна площа, яку займає цей жук, становить 14,148 гектарів.

Крім того, було виявлено нові вогнища західного кукурудзяного жука у трьох гірських районах Закарпаття. Це свідчить про те, що цей шкідник тепер присутній у всіх районах області. Внаслідок цього, територія під карантинним режимом збільшилась на 11, 373 гектари [1].

Це свідчить про поширення західного кукурудзяного жука і його негативний вплив на вирощування кукурудзи в Закарпатській області. Для контролю цього шкідника необхідно вжити ефективних заходів, щоб запобігти подальшому поширенню і знищити вогнища шкідника.

Розповсюдження яєць та личинок цього шкідника можливе з транспортом, залишками ґрунту, що прилипає до насіння, знаряддями праці. В пошуках корму дорослі особини перелітають на поля кукурудзи та інших культур у нові райони. Перенесенню жуків сприяє вітер.

Поширенням шкідника також може сприяти завезення жуків з підкарантинними вантажами і транспортними засобами, які прибувають з країн, де розповсюджений шкідник, а також природне його розселення по всій території України з вогищ Закарпатської області.

Для визначення необхідності проведення обстеження кореневих жуків на окремому полі до або під час утворення шовкових волокон, можна швидко пройти крізь поле. Якщо жодного жука не знайдено, то подальший підрахунок наразі не потрібен. Проте рекомендується повернутися до поля через 2–3 дні, щоб ще раз перевірити наявність жуків. Якщо вони не були знайдені, то слід перевіряти поле двічі на тиждень до початку періоду відкладання яєць на початку вересня. Якщо ж ви помітили жуків на полі, негайно визначайте їх кількість, використовуючи один із двох наступних розвідувальних методів [4, 5].

Пастки для західних кукурудзяних жуків. Для визначення необхідності проведення обстеження кореневих жуків на окремому полі до або під час утворення шовкових волокон, можна швидко пройти крізь поле. Якщо жодного жука не знайдено, то подальший підрахунок наразі не потрібен. Проте рекомендується повернутися до поля через 2–3 дні, щоб ще раз перевірити наявність жуків. Якщо вони не були знайдені, то слід перевіряти поле двічі на тиждень до початку періоду відкладання яєць на початку вересня. Якщо ж ви помітили жуків на полі, негайно визначайте їх кількість, використовуючи один із двох наступних розвідувальних методів.

Один з активних методів – використання жовтих клейких пасток. Цей метод передбачає розташування мінімум 6 пасток на різних ділянках поля, наприклад, у соєвих або інших (люцернових) полях. Пастки мають яскравий жовтий колір, який приваблює жуків. Жуки потрапляють на пастки і застрягають у липкій речовині на поверхні карток. Пастки слід розташовувати на кілках або стовпцях таким чином, щоб вони виступали над верхівками рослин. Картки залишаються на полі протягом тижня перед тим, як їх вилучають і проводять підрахунок. Для полегшення збору пасток у пошкодженій сої можна розмістити їх уздовж колісних колій, пропущених рядів і т.д.

Кожного тижня необхідно рахувати і записувати кількість спійманих жуків. Цей процес триває 6 тижнів, після чого старий матеріал вилучають і встановлюють новий один раз на сім днів. Кілки і стовпці пасток вирівнюють так, щоб пастки розташовувалися над молодими насадженнями [6].

Таким чином, використання жовтих клейких пасток дозволяє визначити кількість західних кукурудзяних кореневих жуків на полі і визначити необхідність подальшого контролю за їх популяцією.

Для запобігання поширенню західного кукурудзяного жука необхідно звернути увагу на контроль транспорту та вжити необхідних заходів для знищення вогнищ шкідника. Також важливо обмежити ввезення насінневого матеріалу та товарних партій кукурудзи з-за кордону за погодженням з Укрголовдержкарантином та провести ретельний огляд та експертизу. Для контролю західного кукурудзяного жука також необхідно проводити обстеження посівів кукурудзи, використовувати феромонні пастки, дотримуватися сівозміни та обробляти рослини пестицидами проти жуків.

Висновок. Західний кукурудзяний жук є серйозною загрозою для вирощування кукурудзи, оскільки його личинки пошкоджують коріння рослин і можуть переносити захворювання. Пошкоджені рослини стають слабкими і легко зламуються, що ускладнює збір врожаю. Шкідливість цього жука найбільша на полях без сівозміни. Жуки живляться різними частинами кукурудзи і можуть також харчуватися пилком інших рослин. Для контролю західного кукурудзяного жука рекомендується використовувати жовті клейкі пастки, які дозволяють визначити кількість жуків на полі і встановити необхідність подальшого контролю. Також важливо вжити ефективних заходів для запобігання поширенню цього шкідника та знищення вогнищ.

Список використаних джерел

1. Буткалюк, Т. О., Пінчук Н. В., Вергелес П. М. Аналіз зон поширення західного кукурудзяного жука (*Diabrotica virgifera le conte*) в США, Європі та Україні. *Сільське господарство та лісівництво*. № 4. 2016. С. 240–249.
2. Rudska N.O. Efficacy of the system of protection of maize crops from weeds in different methods of soil treatment in the conditions of the Right Bank forest-Steppe of Ukraine. *Colloquium-journal* 2021. №17 (104). Vol. 2. P. 47–54
3. Baufeld P., Enzian S. (2014) Transboundary spreading scenarios of western corn rootworm for France, Switzerland and Germany under the new situation. IWGO 10 *Diabrotica* Subgroup Meeting. 9th EPPO ad hoc Panel and FAO Network Group Meeting Abstracts. 14–16 January. Engelberg. Switzerland. P. 62.
4. Edwards C., Bledsoe L., Obermeyer J. (2016). The dramatic shift of western corn rootworm *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte (Coleoptera: Chrysomelidae) to maize in rotation with soybeans in Indiana. 20 Inter. Congr. Entomol., Firenze, Aug. 25–31, 2016: Proc. Firenze, P.469.
5. Bryson H. R., Wilbur D.A., Burkhard C.C. (2013). The western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte in Kansas. *J. Econ. Entomol.* 46 (6). P. 995–999.
6. Krysan J.I., Branson T.F. (2012). Biology, ecology and distribution of *Diabrotica*. Proceedings of the International Maize Virus Disease Colloquium and Workshop, 2–6 August. P. 144–150.

7.

Сергій МЕЛЬНИК⁸,
студент 4 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ІНТЕГРОВАНІЙ ЗАХИСТ ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ

***Анотація.** Інтегрований захист посіву кукурудзи є важливою та актуальною проблемою в сучасному сільському господарстві. Кукурудза, як одна з ключових культур для глобального виробництва продовольства та кормів, вимагає комплексного підходу до захисту від шкідників, хвороб і стресових факторів. Ця стаття відображає важливість інтегрованого підходу до захисту кукурудзи, включаючи в себе використання екологічно безпечних методів контролю шкідників та хвороб, врахування агрономічних аспектів вирощування, а також використання сучасних технологій та генетичних ресурсів для підвищення стійкості кукурудзи. Ця тема становить велике значення для сільськогосподарських виробників, оскільки вона спрямована на оптимізацію виробництва та зменшення втрат врожаю. Детальний аналіз інтегрованого захисту посіву кукурудзи може допомогти забезпечити стабільність постачання цієї важливої культури та забезпечити продовольчу безпеку на міжнародному рівні.*

***Annotation.** Integrated protection of corn crops is an important and urgent problem in modern agriculture. Maize, as one of the key crops for global food and feed production, requires an integrated approach to protection against pests, diseases and stress factors. This article reflects the importance of an integrated approach to maize protection, including the use of environmentally safe methods of pest and disease control, consideration of agronomic aspects of cultivation, and the use of modern technologies and genetic resources to increase the resistance of maize. This topic is of great importance to agricultural producers, as it aims to optimize production and reduce crop losses. A detailed analysis of integrated crop protection for maize can help ensure the stability of supply of this important crop and ensure food security at the international level.*

Вступ. Кукурудза є однією з найпоширеніших та дуже важливих культур у світі. В основному використовується для виробництва зерна та кормів. У світовому сільському господарстві, в тому числі і в Україні, кукурудза використовується як загальна культура – на продовольчі та технічні цілі, корм худобі.

Сучасні системи захисту рослин спрямовані на підвищення стійкості рослин і створення умов, що обмежують шкодочинність та розмноження патогенних організмів [1, 3, 4].

⁸Науковий керівник: кандидат с.-г. н. доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин. ВНАУ Окрушко Світлана.

Виклад основного матеріалу. Високий урожай кукурудзи можна отримати лише за сприятливих погодних умов та надійної системи захисту. Мінімальна температура, необхідна для проростання насіння, становить 9°C, сходи починають з'являтися при 12°C. При зниженні температури насіння може залишатися у ґрунті до 30 днів з можливістю проростання при потеплінні. У літній період зростання інтенсивності росту рослини знижується, коли температура опускається до 15°C, і повністю припиняється при 9°C. Ідеальна температура для росту і розвитку на етапах сходів і появи волоті становить 21–22°C. Кукурудзу відносять до посухостійких культур, але не здатних витримувати перезволоження ґрунту.

Ріст кукурудзи забезпечує потужна коренева система, яка здатна витягувати вологу з великої площі та глибоких шарів ґрунту. Однак перезволоження може призвести до обмеження постачання кореневої системи киснем, що призведе до погіршення білкового обміну та зниження врожайності. Кукурудза являється світлолюбивою рослиною, що любить короткий світловий день та погано переносить затінення. Загущеність посівів може призвести до уповільнення росту рослин і зниження продуктивності. Ґрунт, необхідний для вирощування кукурудзи, має бути добре аерованим, чистим і мати глибокий гумусовий шар та нейтральну реакцію ґрунтового розчину. Хоча кукурудза добре пристосовується до більшості типів ґрунтів, вона не може рости на холодних, болотистих, кислих, важких глинистих, засолених або торф'яних ґрунтах, які часто мають дефіцит міді.

Коли мова йде про захист рослин від шкідливих організмів і запобігання їх впливу, інтегрований захист рослин є багатограним підходом, який вимагає ретельного застосування різних методів. Сільськогосподарські культури вразливі до широкого спектру загроз, включаючи нематоди та гризунів. Крім того, існує велика кількість грибків, вірусів і бактерій, які становлять небезпеку для здоров'я рослин, якою не можна нехтувати [2, 5, 8].

У минулому синтетичні пестициди використовувалися як основний метод захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів. Незважаючи на це, доведено, що ці хімічні речовини надзвичайно шкідливі для людини та навколишнього середовища, а також призвели до розвитку резистентності цільових організмів. Інтегрований захист має на меті зменшити ступінь шкоди та підтримувати ураження на прийнятному рівні, а не повністю знищити всі небажані популяції. Тому вкрай важливо визначити найбільш ефективні стратегії для кожної обставини та вдаватися до інтенсивних методів лише у випадках абсолютної необхідності [6, 7].

Використання інтегрованих методів захисту рослин має кілька переваг, серед яких:

- Зведення до мінімуму впливу хімічних речовин на працівників.
- Наполегливо підтримується застосування екологічно чистих методів ведення сільського господарства, які завдають мінімальної шкоди навколишньому середовищу завдяки використанню біологічних методів.
- Акт зниження забруднення води та повітря до мінімального рівня.

- Зменшуючи кількість забруднень у ґрунті, можна підвищити його родючість.

- Мета полягає в тому, щоб перешкодити виникненню стійкості до пестицидів у шкідливих організмів.

Захист посівів кукурудзи від бур'янів передбачає дотримання запобіжних заходів та безпосереднього регулювання. Після попередників, що рано звільняють поле, найефективнішим є напівпаровий обробіток ґрунту. Одразу ж проводять дискове лушення і після внесення добрив орють на глибину до 30 см. Через 2 тижні проводять культивування, яке повторюють в міру появи бур'янів. Після пізніх попередників обробіток проводять важкими боронами, для подрібнення рослинних решток. Згодом орють. Весною проводять боронування та вирівнювання ґрунту, що теж одночасно знищує бур'яни [2, 3].

Коли з'являються сходи бур'янів, проводять першу культивацію. Другу хвилю пророслих бур'янів знищують передпосівним обробітком, який проводять на глибину загортання насіння.

Досходове боронування посівів кукурудзи проводять через 5–6 днів після сівби, а післясходове у фазах 2–3 та 4–5 листків у кукурудзи. Також бур'яни знищують міжрядними обробітками за допомогою культиваторів. Перший обробіток проводиться на глибину 4–5 см. Другий-третій на 6–8 см.

Хімічний метод боротьби із бур'янами в посівах кукурудзи передбачає внесення гербіцидів таких як: Аденго, Аспект, Елюміс, Мерлін, Лаудіс, МайсТер Пауер, Міладар Дуо.

Захист від шкідників передбачає:

1. Знищення бур'янів для перешкоджання розвитку шкідників на них.
2. Дискування та глибока зяблева оранка для знищення ґрунтових шкідників.
3. Оптимальні строки посіву та збору урожаю.
4. Випуск трихограми на початку відкладання яєць стебловим кукурудзяним метеликом та повторний випуск через тиждень.
5. Дотримання сівозміни.

Хімічний метод передбачає застосування інсектицидів та протруйників, а саме: Децис, Гаучо, Залп, Карате 050, Канонір Дуо, Кораген, Контадор Макс, Круїзер 350, Протеус, Сонідо.

Захист від хвороб:

1. Посів високоякісним насінням.
2. Очищення та сортування насіннєвого матеріалу.
3. Дотримання сівозміни.
4. Дотримання просторової ізоляції посівів.
5. Внесення добрив, що сприяє життєздатності рослин.
6. Протруєння насіння.
7. Своєчасне знищення бур'янів.
8. Знищення сходів падалиці, які є джерелом патогенів багатьох хвороб.

Також не потрібно забувати про внесення фунгіцидів (Абакус, Глорі, Коронет, Фенікс, Фенікс Дуо та інші).

Висновок. Запровадження інтегрованого захисту посіву кукурудзи є важливим кроком в сучасному сільському господарстві. Цей підхід дозволяє оптимізувати виробництво кукурудзи, забезпечуючи високу врожайність та якість продукції, одночасно зменшуючи вплив негативних факторів, таких як шкідники, хвороби та стресові умови.

Важливо підкреслити, що інтегрований захист базується на комплексному підході, включаючи в себе екологічно безпечні методи контролю шкідників, агрономічні методи та сучасні технології. Це сприяє зниженню використання хімічних пестицидів, зберіганню родючості ґрунту та покращенню стійкості рослин до стресових умов.

Інтегрований захист кукурудзи сприяє як забезпеченню ефективності виробництва, так і збереженню навколишнього середовища. Він є важливим чинником для досягнення стійкого сільськогосподарського розвитку і забезпечення продовольчої безпеки. Детальне планування та впровадження інтегрованого захисту посіву кукурудзи є кроком до передового та відповідального сільського господарства, спрямованого на задоволення потреб сучасного суспільства в якісних продуктах та збереження навколишнього середовища для майбутніх поколінь.

Список використаних джерел

1. Білецький Є.М. Теорія і технологія багаторічного прогнозу в захисті рослин. Науковий вісник №3 (29), серія «Аграрні науки». К., 2015. С. 57–70.
2. Okrushko S. Yev. Impact of herbicides and growth regulator on corn yield. Сільське господарство та лісівництво. 2021. № 21. С. 192–205.
3. Окрушко С.Є. Оцінка впливу гербіцидів та зеастимуліну на забур'яненість та урожайність кукурудзи. Сільське господарство та лісівництво. 2020. № 17. С. 95–105.
4. Сайко В.Ф., Свидинюк І.М., Камінський В.Ф. та інші. Технологія вирощування та захисту зернових культур. К., 2016. 28 с.
5. Інтегрований захист рослин від шкідників та хвороб. Режим доступу: URL: <https://eos.com/uk/blog/intehrovanyi-zakhyst-roslyn/> (дата звернення: 13.09.2023).
6. Теличко Л. П. Схожість та епіфітна мікофлора насіння цукрової кукурудзи за умови дії біологічних та хімічних засобів захисту. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2020. № 2. С. 65–71.
7. Технологія вирощування кукурудзи. Світ Агро. Режим доступу: URL: <https://svit-agro.com/uk/statti/tekhnologiyaviroshchuvannya-kukurudzi/> (дата звернення 24.09.2023).
8. Опис та характеристика рослини кукурудза звичайна. Режим доступу: URL: <https://agrarii-razom.com.ua/plants/kukurudza-zvichayna> (дата звернення: 14.09.2023).

Yaroslav MYKHALCHUK⁹,
2nd year student,
Faculty of Agronomy, Horticulture and Plant Protection,
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine

TECHNOLOGY OF HYDROPONICS

***Annotation.** This article describes the technology of growing hydroponics, which is rapidly spreading around the world, its advantages in our time, and methods of growing crops using this technology.*

***Keywords.** Hydroponics, plant, aeroponic, nutrition, water, herbicide pesticides, root, genetic, space.*

***Анотація.** У цій статті описано технологію вирощування на гідропоніці, яка стрімко поширюється по всьому світу, її переваги в наш час та способи вирощування сільськогосподарських культур за цією технологією.*

***Ключові слова.** гідропоніка, рослина, aeropоніка, живлення, вода, гербіциди, пестициди, кореневий, генетичний, космічний.*

***Introduction.** Hydroponics is a method of growing plants without soil in nutrient solutions.*

Plants absorb useful substances with their roots from the substrate or directly from the solution, which in this case should not stagnate. Nutrients can even be in a vaporous state - then plants do not need the substrate at all. This method is called "aeroponics".

***Control of nutrition.** The first benefit — and it's of the utmost importance — is that you can completely control the nutrition of your plant. Only the elements that you put in the water will be present in the root zone, in the proportions that you choose. You can control the quality as well as the quantity of the nutrients dissolved in the water at all times. Remember that it is thanks to hydroponic technologies that plant science has advanced for the past 200 years, in particular in the field of plant nutrition. Today, most research around plants involves hydroponics. As controversial as it might be, it is also used for research in genetics and gene transfer.*

***Conservation of water.** A plant needs to transpire a certain quantity of water to sustain healthy growth. The fast, lush growth happening in hydroponics will mean significant water consumption. However, all the water used will be transpired by the plant. None is wasted in the soil or by evaporation. The savings in water compared to similar plants grown in soil is quite dramatic. Recent improvements in irrigation practices, from spraying a whole field to delivering water at the basis of the plants, have significantly improved water consumption in horticulture. However, hydroponics is still many times more efficient in this regard.*

⁹Науковий керівник: Малик В. М. викладач кафедри Української та іноземних мов.

Conservation of nutrient. By the same token, all the nutrient used is absorbed by the plant. None is lost into the ground, therefore avoiding the danger of ground water pollution, and microbial life in the soil is not impacted.

Pesticides. Better health and faster growth reduces the need for pesticides. The word ‘pesticide’ itself is a misnomer. These substances should be called ‘biocides’, because they kill anything alive (but who would buy a biocide!). Many people mistakenly believe that pesticides kill only pests. In fact, they are not selective: they also kill beneficial organisms. Their use should be restricted to the rare exception. A plant in hydro, if well tended, will grow fast and healthily, allowing the plant to outgrow the pest, or be strong enough to resist it. This doesn’t mean that you will never need pest controls with hydro, but rather that the need will be reduced and you can cure problems with gentler solutions rather than killing everything living at the perimeter of your plants. This, of course, is most true for fast-growing annuals. It’s more debatable for perennials, even though the strong vigour exhibited by hydroponically grown plants also helps in that case.

Herbicide. No need for herbicide. This is rather obvious. In the plastic trays or plastic channels used in hydroponics there is no room for weeds to grow. The fact that herbicide is not needed and that pests can be killed gently makes hydroponics a very clean technology.

Optimum utilization of plant genetic potentials. A plant started in hydroponics is vigorous. If you keep a mother plant in hydro to clone it and then transplant the babies outside in soil, they will grow more vigorously than if they had come from a mother in soil. I have performed this experiment myself many times, and the difference is always dramatic.

A classic image of a growing operation is a chain that is only as strong as its weakest link. What this means in cultivation is that there will always be a limiting factor. It could be light, carbon dioxide (CO₂), humidity, nutritional deficiency or whatever. When growing hydroponically, you remove most of the weak links in the chain, especially everything related to element blockage in soil, which can happen often for many reasons. The plant now has optimal conditions to express its full potential. Genetics might become the weak link, if you don’t choose your variety wisely. Over the years we have grown huge plants in our greenhouse never seen in nature: it’s not that we do anything special; we just re- inforce weak links. In your grow room, you can often put your plants in ideal situations in terms of nutrition, light level, temperature and humidity. Your weak link will then be carbon dioxide.

Quality of plants. It’s obvious that if you improve the overall health of the plant, you will also increase the output, the harvest. Hydroponically grown produce is noticeably larger than soil-grown. Suddenly, a cherry tomato doesn’t look like a cherry any more. Also, on the nutritional front, analyses of hydroponically grown produce systematically demonstrate a large increase, often double, in the quantities of both vitamins and mineral salts content. This also holds true for active principles in medicinal plants.

Access to the roots. With hydro, plant roots are not buried in soil, which makes it much more convenient to check on root health. Frequent checking for possible

pathogens allows early detection; early treatment increases effectiveness. Root inspection will also tell you a lot about your plant's health and how it will develop in the future. In most hydro systems one has easy access to the roots. With experience, you can discard the cuttings that are alive and grow healthy roots, but haven't managed to implant themselves around the stem. I have grown so used to this that it's strange for me to grow a plant without looking at its roots.

Using a hydro set-up is especially beneficial when cultivating a crop where the root is the main product. In most medicinal plants, the active principles are located in the roots. In some cases, the ones in the roots differ from those in the aerial part of the plant. It's impossible to extract them without destroying the plant. As a result, many medicinals are over-harvested in nature, sometimes to the point of extinction. In some closed hydro-ponic systems, the roots are bare and soak in a flow of nutrient. In this situation you can harvest a large quantity of the roots on an almost continuous basis without destroying the plants. Obviously, you have to cut some of the aerial parts at the same time to keep the plant in good balance. In some cases, this green biomass is by itself another source of extraction; at other times it is simply composted. Harvesting roots in this manner keeps them clean, not requiring a wash or any other process before extraction. They are also very rich in active principles, but concentration can be increased even further by adapting the plant nutrition to the type of molecule that one wishes to produce. Furthermore, we can increase the growth of the roots themselves by controlling the level of dissolved oxygen in the nutrient solution. In this field, as in all the others when it comes to cultivation, it's necessary to secure a market, and organize the commercialization of the product before starting the cultivation. However, in this case, it's less critical than with fruits or vegetables, because the dry roots can be kept for a long time with no damage. This opens new horizons for the greenhouse industry, which is an endangered one.

Production of a large quantity of biomass. Hydroponics does this. The high level of nitrate in the nutrient solution allows the plant to explode its vegetative growth. This is an advantage when a large mass of green is needed. Hydroponic basins could be used to clean heavily polluted waters. The by-product would be a large green mass that could be converted into fuel. The technology exists and numerous successful experiments have been conducted. In one remarkable instance in Portugal, a research institute managed to clean the effluent from a pig farm, and it was as bad as you can get. They turned it into a profitable crop. Why this method is not used more widely is a puzzle to me.

Growing a crop in extreme conditions. The first serious research in modern hydroponics was made by NASA, the US space agency, I believe as early as the late 1960s, early 1970s. It would be impossible for man to live in space for a long time without having the means to produce fresh food. NASA even did some experiments in growing at zero gravity, which was quite a challenge. Closer to us, on Earth, most isolated research stations in places like Antarctica, the Arctic and many other inhospitable environments use hydro to supplement their diet. A hydro system that stays in my memory is one that we made for a mission in Antarctica. The igloo-shaped cultivation room was also equipped with hammocks so members of the team

could come in turns to relax, get warm and take in some light. But of course the main benefit was to provide fresh staple foods, which are essential for a long-term expedition.

The setting doesn't have to be so dramatic. Hydroponics also has its place on tourist islands, such as in the Caribbean. The land is poor, salty, and obviously can't provide a large tourist population with fresh produce. Most is imported, yet it can be produced more cheaply on the island with hydroponic technologies.

Some experiments have been made to incorporate hydroponic units in emergency shelters, the type used after an earthquake or a typhoon. In a little over a month, it should be possible for a family to rebuild a portion of its vegetable garden. This was experimented with a couple of times in South America. The Institute of Simplified Hydroponics, (<http://www.carbon.org/index.html>) dedicates itself to the development of 'low-tech hydro' suited for developing countries. They have projects in progress on different continents.

Better use of space. The root mat doesn't have to extend as much as it does in soil. The plants can get all the nutrition they need in a restricted space without competition between them, so to speak. As a result, plants can be grown much closer to each other than they can in soil. This allows practices such as the 'sea of green' in which the plant density is incredible; it can reach 60/70 plants per square metre. Without going to that extreme, we will see later in this book that it is better to grow many small plants under lights than a few big ones, and hydroponics is extremely well suited for this technique.

Easy for planting. Hydro generates little refuse, and there is not much to be replaced between each crop. That makes it a perfect technology for small, confined spaces.

Nutrition. Unlike plants such as tomatoes or peppers, and many others growing and reproducing at the same time, there is a group of plants with a marked vegetative stage followed by a marked flowering and fruiting stage. For these plants, the two stages require utterly different nutrition. This can be accomplished in soil, at the expense of a certain waste, by flushing repeatedly with water. In hydro, this is only 'empty the tank, fill up the tank'. The leftover vegetative solution doesn't have to be discarded. It goes on your house or garden plants, not down the drain. I think this drastic change in the composition of the nutrient solution is one of the reasons why the flowering and fruiting go faster: the plants get a strong signal that it's time to flower, and at the same time they are provided with all the elements they need to do it. After all these years of growing hydroponically, I am still amazed how a minute change in the equilibrium of the nutrient solution results in a large difference in plant growth. It can be plant morphology, or taste and nutritional value of the crop. Apparently, the composition in salts of the nutrient solution is the main factor that will influence the final product.

Accelerated growth of a mother plant. A plant grown hydroponically with a nutrition rich in nitrogen will grow lush green vegetation. For some people, it is almost too much, but if you need to produce a large quantity of cuttings continuously, there is nothing like a mother plant in an efficient hydroponic system. This is widely

used in the horticulture industry to propagate many species of plants in large quantities. Again, clones can be grown in hydroponics but also in soil, where they will have the famous cutting vigour, but with an extra edge.

Limitations. The first and most important disadvantage is that the plants are not protected from your mistakes. Soil has a buffering capacity, that provides a certain stability around the root mat. In healthy soil, all the physical and biological parameters are in balance. If you give your plants too much nutrient, a wrong mix or something with the pH completely off, the micro-organisms in the top soil as well as the soil chemistry itself will tend to reestablish equilibrium. This also happens in hydro, but only to a limited extent. The nutrient solution has some buffering capacity, especially in terms of pH, but nothing comparable with soil. Something as trivial as a pH meter off-scale can have dire consequences, such as killing your entire crop in a day. Things happen fast in hydro. An image that I like to use is the comparison between driving a racing car and driving your family car. At the wheel of a racing car, you go much faster, but an accident is likely to have much worse consequences. Growing in hydro is the same. It goes so fast that you can literally see the plants grow, but you can also kill them in one hour.

Temperature is also a limitation: 18° C to 22° C in the root zone is the range at which plants grow best in hydro. They can tolerate much more. Up to about 26° C nothing happens, but then growth slows down, and at around 35° C their roots, lacking dissolved oxygen, start dying fast, and so do the plants. There are means of fighting the heat that I will discuss later; nonetheless, it's a severe limitation, especially in tropical countries and indoors, where artificial lights generate a lot of heat.

Another limitation is that you can't grow every crop in hydroponics. All root and tuber crops, such as carrots or potatoes (that is everything harvested from under the ground), require very special systems. The economics of a crop are also a limitation. For instance, wheat would grow well in hydro, but this would not be economically feasible. The geographical location, as well as the local market, will determine which crops are feasible to grow and which are not.

There are other criticisms I often hear when I talk to people on the subject of hydro. The two main ones are that it's expensive to initiate and it's unnatural. I've even heard the expression 'plants on a drip' used in its medical sense.

It's true that hydroponic systems can be expensive, but with indoor cultivation you rapidly recover the money spent. The reason is simple: electricity is expensive. When you grow plants under lights, you want to harvest your crop as fast as possible because the total usage of electricity, between the lights and climate control, is significant, even for the smallest growing operation. The faster you get your harvest, the lower your production costs. Hydroponics saves time, and a lot of it. In this case, time really is money.

As for hydro being unnatural, I also find this debatable. After all, what is natural? Is planting an entire field with a single plant 'natural'? Nature is diverse. Think about it: by definition, all forms of agriculture are 'unnatural' practices, strange as that may sound. When humans were still at the hunter/gatherer stage, our

impact on the planet was nearly nil. Like all other living organisms, we would take our food from our environment, but we didn't modify it very much at that time. The problem started when we passed on to the agricultural stage and began planting crops in fields. This allowed man to change from a nomadic life to a sedentary one. Soon the villages became cities, then city-states, fighting with each other for more land, and that led to the civilization we know today. All our problems can be traced back to the first man who planted a field. Hydroponics, with its plastic tubes and mineral salts, might seem weird at first sight, but in the end it is no more or less unnatural than agriculture itself.

Strangely, people don't seem to mind using mineral salts to feed their house plants in soil. They do it recklessly, with the risk of nutrients ending up in ground water or the city sewers. Conversely, they seem to mind using those same mineral salts in an even purer form in the safety of a plastic gutter. They resort to foliar feeding — not very common in nature, you must admit — but they see roots bathing in a nutrient solution as unnatural.

There are many islands where the land can't feed the large tourist population, tropical countries where the soil is full of hungry pests, places where the earth has been so abused that it has lost most of its fertility, leaving areas with no arable land at all. In all these situations, hydroponics could be one of the solutions to feed a hungry world without destroying our environment. It's a type of agriculture that can provide people with nutritious and delicious produce as well as medicines in places where it would be otherwise impossible. Its level of 'unnaturalness' is irrelevant.

That said, let's discuss the subject in more detail. A first step will be to review the different systems encompassed by the word 'hydroponics', and get to know the ones available in the shops today. We will also examine which hydroponic technologies are best suited for the different stages of growth in a grow room.

Hydroponic systems. When you build a hydroponic system, the single most important thing to bear in mind is: keep it simple. Many failures derive from losing sight of this fundamental principle. In the end, all hydroponic systems are made more or less of the same parts: a tank, a pump, some kind of support system, feed lines, return lines and a growing container, be it a channel or tray

Conclusion. The basic principles of hydroponics are very simple: the nutrient solution must be kept saturated with oxygen, at an acceptable temperature, and provide plants with the necessary nutrients. Oxygenation is really at the heart of it. To make a high-quality hydroponic system, the water must be constantly saturated with oxygen.

References

1. Wikipedia URL: <https://uk.m.wikipedia.org/wiki> (date of access: 05.03.2023);
2. Hydroponics at home URL: <https://vseroste.com.ua/blog/gidroponika> (date of access: 05.03.2023).

Артур НИРКО¹⁰,
студент 4-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ В УКРАЇНІ

***Анотація.** У статті йдеться про визначення основних технологій при вирощуванні гороху в умовах України. Розглянуто рентабельність, місце в сівозміні, а також посівні площі.*

***Annotation.** The article deals with the definition of the main technologies for growing peas in the conditions of Ukraine. Profitability, place in crop rotation, and sown areas are considered.*

Вступ. Горох – є однією з найбільш поширених зернобобових культур у світі, в Україні займає також важливе місце. Володіє найвищою врожайністю серед зернових бобових - 30-50 ц/га. Широко використовується в харчовій галузі та є цінним кормом у тваринництві, що зумовлено його високою якістю (уміст білка - до 36 %, жиру - до 1,6 %, збалансований вмістом амінокислот).

Завдяки симбіозу з бактерією *Rhizobium*, що зосереджені на кореневій системі гороху, утворюючи потовщення - бульбочки. Під час такого співіснування вони можуть фіксувати до 100 кг/га атмосферного азоту, підвищуючи цим родючість, що має велике агробіологічне та екологічне значення.

Виклад основного матеріалу. Горох - займає найбільші площі серед зернобобових культур в Україні. Його посіви в певний період становили 1,2-1,6 млн. га, проте в останні роки площа зменшилася. Регіональний розподіл площ під горохом у 2023 році схожий на 2022 рік, тільки посіви у Запорізькій та донецькій областях ще більше скоротилися через збільшену інтенсивність боїв та обстрілів у регіоні навесні. Згідно з останніми даними посівної, до 139 тис. га. [1]

Серед зернових бобових культур, які вирощують в Європі, горох займає одні з найбільших посівних площ – до 5 млн. га, що становить близько 30 % світової площі. Це пояснюється високою середньою врожайністю, цінними продовольчими й кормовими якостями цієї культури.

Зерно гороху містить від 16 до 36 % білка, до 54 % вуглеводів, 1,6 % жиру і понад 3 % зольних речовин. Білок зерна повноцінний за амінокислотним складом і засвоюється в 1,5 рази краще, ніж білок пшениці. В ньому міститься 4,66 % лізину, 11,4 % аргініну, 1,17 % триптофану (від сумарної кількості білка), тимчасом як у складі білка пшениці – тільки 2,32 % лізину та 3,56 % аргініну [1].

¹⁰Науковий керівник: к.с.-г.н., старший викладач кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур ВНАУ Шевченко Н.В.

В Україні горох може бути вирощений у всіх різних кліматичних і ґрунтових умовах. Сучасні сорти гороху мають великий потенціал врожайності, який може досягати 5,5 тонн на гектар. Однак негативні погодні умови під час вегетаційного періоду можуть значно вплинути на урожайність гороху.

У вологому році під час вирощування традиційних листових сортів гороху сталося велике вилягання рослин, що призвело до зниження освітленості середньої та верхньої частини листків на 6,5% та 19,3% відповідно. Це призводить до передчасного жовтіння та відмирання близько 64% листків, а також до зниження активності хлоропластів. Крім того, маса зменшується на 12%, а кількість насінин на 17%, що суттєво знижує якість зерна. У полеглих посівах гороху до 25-50% плодоносних вузлів рослини залишаються безплідними, що робить урожайність незбалансованою з року в рік.

Селекціонери створили безлишкові сорти гороху, які мають підвищену стійкість до вилягання. Це дозволяє їм зберегти високу врожайність зерна, навіть при великій площі листків. Хоча такі сорти мають на 41% менше листя з листовими формами, вони демонструють значну кращу стійкість до вилягання до моменту збору врожаю. Це дозволяє досягти не лише слабкої, але й вищої врожайності, а також провести збір гороху за допомогою комбайнів.

Низька врожайність гороху в таких регіонах в основному пов'язана з фізіологічними факторами. Рослини гороху чутливі до дефіциту вологи під час набухання і проростання, а також під час цвітіння і наливу. Вони мають повільний початковий ріст і не конкурентоспроможні в боротьбі з бур'янами. Горох також схильний до вилягання, має розтягнутий період цвітіння і дозрівання бобів, а також можливе розтріскування бобів під час дозрівання і пошкодження після закінчення часу обмолоту.

Що стосується агротехнічного значення, то слід сказати, що горох збагачує ґрунт цінною органічною масою і азотом, збагачує орний шар фосфором, калієм, кальцієм. Залежно від рівня врожайності залишає з соломкою і рослинними рештками орієнтовно 60-90 кг/га азоту, 15-25 кг/га фосфору, 20-30 кг/га калію. Коренева система характеризується високою засвоювальною здатністю.

Горох холодостійка, відносно не вимоглива до тепла культура. А ось до вологи він більш вимогливий. Наприклад, для набубнявіння і проростання насінню потрібно 110-115 %, а мозкових сортів до 150 % води від загальної маси.

У посушливі роки тривалість вегетації може скоротитися у півтора рази. Найстійкішими проти посухи є ранньостиглі сорти, вони використовують вологу зимові запаси вологи. При внесенні фосфорних і калійних добрив витрати води скорочуються на 6-10 %. В останні роки це особливо актуально. Транспіраційний коефіцієнт 400-600.

Це культура високородючих ґрунтів. Чорнозем, сірий лісовий - що потребує гороху. Реакція ґрунтового розчину має бути нейтральною, тому кислі ґрунти потребують вапнування. Також ґрунт повинен містити в собі достатньо

кількість гумусу, фосфору, калію та мікроелементів. Звісно, якщо ви бажаєте високу врожайність.

Коренева система у нього стрижнева. Проникає на глибину 1,0-1,5 м, розгалужується і утворює багато бічних корінців, що розміщуються в орному шарі. Вона характеризується значною кислотністю корневих виділень, що забезпечує розчинення важкорозчинних добрив, насамперед фосфору.

Згідно фітосанітарних норм не рекомендують висівати горох після зернобобових культур і багаторічних бобових трав. Пов'язано це з тим, що ці рослини мають спільні хвороби і шкідників. Час перерви повинна становити мінімум 3-4 роки. Кращими попередниками для гороху є просапні та зернові культури. У свою чергу горох є найкращим попередником для зернових та технічних.[1]

Підготовка до посіву гороху починається відразу після збирання попередника. На першому етапі виконують луцення стерні, а після 3 тижнів проводять зяблеву оранку на глибину 18-20 см. Якщо попередником гороху є просапна культура, то замість оранки проводять розпушування.

Навесні, як тільки дозволить стан ґрунту, проводять заходи щодо закриття вологи і вирівнювання ґрунту. Для цього застосовують шлейф-борони і вирівнювачі різних модифікацій (ГН-4, ВП-8, ВПН-5,6). Такий прийом дозволить зробити посів насіння гороху на рівну глибину. В результаті отримаємо: одночасні сходи, рослини на всьому полі будуть розвиватися рівномірно і дозріють в один термін. Що дасть можливість прибрати урожай безпосередньо і уникнути додаткових ресурсних витрат.

При ранньому посіві гороху виконують тільки одну культивуацію. Глибина культивуації повинна бути рівною глибині посіву. При пізніх строках сівби проводять дві культивуації з інтервалом 7-10 днів. Такий прийом дозволить знищити максимальну кількість бур'янів на полі. Також необхідно максимально скоротити час між останньою передпосівної обробкою і процесом посіву.[2]

Велике значення в технології вирощування гороху має також і норма висіву насіння, за допомогою якої можна сформувати стеблостій, що забезпечує найвищу продуктивність рослин. Норми висіву гороху залежать від зони вирощування, особливостей сорту, посівних якостей насіння. Оптимальна норма висіву сортів гороху безлисточкового типу становить 1,2–1,4 млн схожих зернин на 1 га. За ранніх строків сівби норму висіву насіння збільшують на 10%. [2]

Насіння гороху за 1–15 діб до сівби обов'язково протруюють проти комплексу захворювань: Вінцит 050 CS (2,0 л/т), Вітавакс 200 ФФ (2,5 л/т), Максим 025 FS (1 л/т), Стиракс (2,5 л/т). За обробки насіння ризоторфіном або іншими бактеріальними препаратами протруєння проводять у день сівби. Посіви ранніх строків сівби менше уражають хвороби та менше пошкоджує горохова плоджерка.

Ґрунтові гербіциди застосовують, коли є впевненість у сильній забур'яненості поля: Дуал Голд 960 ЕС (1,6 л/га), Юпітер (0,5–0,75 л/га), Гезагард 500 FW (2 л/га) й ін.

За сприятливих метеорологічних умов для запобігання розвитку хвороб посіви гороху потребують застосування фунгіцидів. У період масової бутонізації або на початку цвітіння за появи перших ознак аскохітозу, іржі, борошнистої роси проводять обприскування Альто Супер 330 ЕС (0,5 л/га). Фунгіциди насамперед потрібно застосовувати на площах, де внесені добрива й очікується одержання врожаю зерна не нижчого як 3,5–4 т/га.[2]

Висновки. Отже, горох є цінною культурою, що здатна забезпечити незамінною кормовою одиницею. Завдяки цьому можна вирішити потреби тварин в протеїні, задовольняє на 70-80% їх потреб.

Крім багатого на білок зерна, дає високоякісне сіно, сінаж, зелену масу, полову. Також слід згадати, що за допомогою бульбочкових бактерій виробляє азот з повітря чим частково перекриває потреби більшості культур в азоті.

Список використаних джерел

1. В. Петриченко, В. Лихочвор Рослинництво. 2014. с. 420-429.
2. Горох: коли сіяти та як доглядати посіви. 27 листопада 2020. Agro-business.com. Електронний ресурс: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/19660-horokh-koly-siiaty-ta-iak-dohliadaty-posivy.html#:~:text=%D0%A1%D1%85%D0%BE%D0%B4%D0%B8%20%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%85%D1%83%20%D0%B7%D1%8F%D0%B2%D0%BB%D1%8F%D1%8E%D1%82%D1%8C%D1%81%D1%8F%2>
3. Технологія вирощування гороху. Agroexp.com.ua. 2023. Електронний ресурс: <https://agroexp.com.ua/uk/tehnologiya-vyiraschivaniya-goroha>

Максим ОПЛАКАНСЬКИЙ¹¹,

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

ЗБУДНИК ХВОРОБ *SOLANUM LYCOPERSICUM* (ТОМАТІВ): (*ALTERNARIA SOLANI*) ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЗАПОБІГАННЯ ЇХ РОЗВИТКУ НА ТЕРИТОРІЇ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Анотація. У представленій статті розглядається альтернаріоз на посівах томатів у Вінницькій області, розташованій у лісостеповій зоні. Також була проаналізована ефективність сучасних фунгіцидів проти альтернаріозів томатів. Дослідники детально вивчають ці дві хвороби та

¹¹Науковий керівник – кандидат с.-г наук, доцент Олег Колісник.

розробляють і вдосконалюють інтегровані методи захисту для підвищення врожайності (хімічні/біологічні). Доведено, що збудниками альтернаріозу є гриби роду *Alternaria*, зокрема *A. Solani* та *A. Alternata*, у статті було детально розглянуто вплив умов навколишнього середовища, таких як температура, вологість, кліматичні особливості на розвиток цієї хвороби у томатів. Результати дослідження мають важливе значення для сільськогосподарського виробництва в Україні та можуть бути корисними для аграріїв, фермерів та науковців, які цікавляться питаннями захисту від альтернаріозу при вирощуванні томатів.

Ключові слова. *solanum lycopersicum*, помідори, альтернаріоз, інтегрований захист рослин, хвороба, препарат.

Annotation. *The article deals with Alternaria on tomato crops in Vinnytsia region of Ukraine, located in the forest-steppe zone. The effectiveness of modern fungicides against tomato Alternaria was also analyzed. The researchers are studying these two diseases in detail and developing and improving integrated protection methods to increase yields (chemical/biological). It has been proven that Alternaria fungi, in particular A. solani and A. Alternata, and the article discusses in detail the impact of environmental conditions such as temperature, humidity, and climatic features on the development of this disease in tomatoes. The results of the study are important for agricultural production in Ukraine and can be useful for farmers, farmers and scientists interested in protection against late blight and Alternaria in tomato cultivation.*

Вступ. В останні роки, через зміни в кліматі та потепління, хвороба альтернаріозу (суха гниль) стала більш поширеною серед томатів. Збудники альтернаріозу - це гриби, які мають досить широкий спектр дії та уражень (особливо це можна бачити на плодах чи листках). Вони не лише завдають шкоди рослинам, але також можуть спричинити різноманітні проблеми для людей, сільськогосподарських тварин і споруд різного призначення.

В Україні середня врожайність помідорів значна і варіюється від 20-30 т/га – 24 т/га. (у 2020 р.), і тому є дуже важливим вчасно запобігати хворобам пасльонових, зокрема, томатів аби тримати інтенсивність врожаю на сталому рівні. Один із ключових методів підвищення результативності вирощування помідорів полягає у розробці систематичних заходів для захисту рослин від шкідливих організмів, які можуть спричинити втрати в урожаї на рівні 40-50%.

Збудник хвороби *Solanum lycopersicum*, або томатів, та основний патоген, який атакує цю культуру, *Alternaria solani*, є серйозною та поширеною проблемою для аграрного сектора України, зокрема на території Правобережного лісостепу. Ця патогенна грибкова хвороба може призвести до значних втрат у врожайності та якісному стані томатів, що має важливе економічне значення для сільськогосподарського виробництва.

Хвороба альтернаріозу може вразити листя, стебла і плоди томатів. Зазвичай перші ознаки ураження спостерігаються наприкінці періоду цвітіння.

Також може бути пошкоджена розсада. Плоди, які постраждали від цієї хвороби, стають непридатними для споживання та подальшої переробки. [1]



Рис. 1 Альтернاریоз (суха гниль) на плоді та листі томату

Для забезпечення стійкості та продуктивності томатних культур, важливо розглянути методологію та заходи для запобігання розвитку цієї хвороби (агротехнічні та пестицидні). У цьому контексті, дослідження та практичні заходи щодо боротьби з *Alternaria solani* стають критично важливими для забезпечення стабільності вирощування томатів в Україні. В даній статті наявні основні аспекти цієї методології та заходів, спрямованих на запобігання та контроль хвороби томатів.

Виклад основного матеріалу. Найбільше збитків в урожаї помідорів спричиняють дві хвороби - фітофтороз та суха плямистість, відома також як альтернاریоз. Умови, сприятливі для цих хвороб, можуть призвести до масового поширення їх серед культур, що вимагає ефективного та надійного контролю за фітопатогенами за допомогою сучасних методів захисту. [2] Важливо відзначити зростання поширення та інтенсивності розвитку альтернاریозу (*Alternaria solani*, *Alternaria alternata*) протягом останніх 6 років, що становить від 13,7% до 15,2%, порівняно з показниками від 9,8% до 14,3% за період 2002-2013 років. За цей період особливо більше піддалися зараженню помідори, вирощувані на ґрунтових сумішах. [3]

Для основного захисту помідор від збудника *Alternaria solani* Ell. et Mart та *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler – два види, які були виявлені дослідницею хвороб помідор Т. Райчук [2] - важливим є тандем агротехнічних та хімічних комплексних заходів: раціональне використання регуляторів росту, встановлення оптимальних строків посадки, сівозміна, внесення фунгіцидів та біопрепаратів задля запобігання розвитку хвороби, внесення мінеральних добрив. [4]

На самому початку розвитку хвороби гриб росте в тканинах без виявлених ознак зараження. Перші показники ураження зазвичай стають видимими на початку цвітіння рослин, коли починають формуватися перші бульби. Гриб з легкістю проникає в тканину листків через їх захисний зовнішній шар. Конідії, що є засобами поширення захворювання і спричинюють його, можуть легко передаватися вітром на великі відстані від

уражених ділянок листя, що стає новим джерелом інфекції для рослин. [5] Коли суха і волога погода чергуються, це сприяє надмірному розмноженню грибів і подальшому епіфітотійному розвитку хвороби. Внаслідок цього хвороба розповсюджується через окремі зони зараження. Існують кілька факторів, які сприяють розвитку цієї хвороби, такі як часті дощі під час періоду цвітіння і густе розсадження рослин. Превентивні заходи для покращення протидійних властивостей рослини полягають у висіванні здорового насіння, внесенні фосфорно-калійних добрив, використанні фунгіцидів. [6]

Існування посадок картоплі біля помідорів – небезпечне через велику ймовірність ураження помідора при осінній культурі фітофторозом, сухою гниллю, оскільки картопля є чи не найбільше вразливою до фітофтори та альтернаріозів. [7]

Перейдемо до боротьби з цією небезпечною хворобою. По-перше, важливо акцентувати увагу на ліквідації первинних джерел інфекції, тобто для досягнення цієї мети рекомендують восени провести глибоку обробку ґрунту, таку як оранка. Це допомагає у розкладанні заражених рослинних залишків і запобігає нагромадженню патогенних мікроорганізмів у ґрунті.

Для хімічного контролю альтернаріозу у випадку помідорів, рекомендується використовувати фунгіциди та біофунгіциди, які також використовуються для боротьби з фітофторозом. Різні фунгіциди можуть відрізнитися за своїм хімічним складом, активністю діючих речовин та механізмом дії. Ці препарати створюють захисний шар на поверхні рослин, що перешкоджає поширенню грибкової інфекції. [8], [9]. Найбільш поширеним методом застосування фунгіцидів для боротьби з цією хворобою у випадку помідорів є обприскування рослин під час їх вегетації. Важливо враховувати, що ефективність препаратів значно залежить від різних факторів, такі як метеорологічні умови, фізіологічний стан рослин, дозу і терміни застосування.

Перше обприскування для забезпечення захисту від хвороб та шкідників проводиться за допомогою комбінованої суміші, яка включає Актара 25 WG (в.г.) та Квадріс 250 SC (к.с.). Ця суміш спрямована на одночасний контроль над колорадським жуком, попелицею та комплексом хвороб, таких як альтернаріоз, фітофтороз і макроспоріоз. [1], [10]

Провідна Швейцарська агрохімічна компанія «Сингента» рекомендує застосовувати такі фунгіциди по боротьбі з сухою гниллю: Скор 250 ЕС, к. е., Ревус Топ 500 SC, к. с., Квадріс 250 SC, к. с. Актара — це системний інсектецид, який активно поглинається корінням і рухається по рослині до молодого листя, що росте, забезпечуючи довготривалий захист. Після того, як розсада успішно прижилася і укорінилася, важливо виконати попередню обробку фунгіцидом Квадріс для запобігання фітофторозу, альтернаріозу та борошнистій росі. Таку обробку можна здійснювати і раніше в касетах, за 2–3 дні до висадки розсади. Пізніше, коли припиняється активний ріст і починається плодоутворення, необхідно зробити 1–2 обробки фунгіцидом Ревус Топ для захисту від альтернаріозу, фітофторозу. Препарат має потужну захисну та лікувальну дію, окрім того, додаткову дію на септоріоз та

кладоспоріоз. У період дозрівання томатів для захисту від фітофторозу, альтернаріозу, кладоспоріозу, сірої гнилі застосовують фунгіцид Квадріс. Цей препарат вирізняється комплексною дією проти багатьох хвороб і має дуже короткий період очікування (до 5 днів). [1], [7]

Таблиця 1

Рекомендовані фунгіциди в системі захисту проти альтернаріозу на томатах [5]

Назва	Нормування Внесення г(мл)/сотку	Спосіб оброблення	Кількість повторень обробки	Тип препарату
Ридоміл Голд (Манкозєб)	25 г/сотку	Обприскування, полив	3 (але не більше двох поспіль)	Системно-контактний фунгіцид
Квадріс 250 SC	6 мл/сотку	Обприскування, полив	2	Системний фунгіцид
Скор 250 EC	5 мл/сотку	Обприскування, аерозольовання	3 (але не більше двох поспіль)	Системний фунгіцид
Ревус Топ 500 EC	5-6 мл/сотка	Обприскування, полив	3	Системний фунгіцид

Як можна зрозуміти, то обробка помідорів проводиться обов'язково почергово змінюючи фунгіцид (зазвичай перше скроплювання – для профілактики, його здійснюють фунгіцидом Ридоміл Голд (Манкозєб), в воді додатково по бажанню розбавляють молочну сироватку, для того, щоб забезпечити більш тісний контакт препарату з самою рослиною: сироватка утворює тонку плівку, яка запобігає затримання спор фітопатогенних грибів.) Послідуючі обробки проводяться за потреби і обов'язково системними фунгіцидними засобами, які водночас показують ефективність проти фітофтори та сухої гнилі, обов'язково слід дотримуватися інструкції щодо використання того чи іншого пестициду. В залежності від температурних умов, повторну обробку слід проводити через 9-14 днів. Подальшу обробку томатів фунгіцидами після першого застосування слід проводити тільки у випадках, коли це дійсно необхідно та враховуючи вимоги термінів застосування фунгіцидів та метеорологічні умови.[11]

Розглянемо конкретний приклад протидії Альтернаріозу фунгіцидними захистами, дослідження проводили у 2019—2020 рр. у м. Черкаси, ПП «Порецький».

Найефективнішими фунгіцидами проти альтернаріозу на томатах виявилися: Квадріс 250 SC, к.с (1,0 л/га), Квадріс Топ 325 SC, КС (0,6 л/га), Кабріо Дуо, КЕ (2,5 л/га). Технічна ефективність становила 70,8—78,6%, збережений урожай — 41,0—52,5%. [13]

Найбільш радикальним, економічно вигідним та екологічно безпечним способом захисту вирощуваних томатів від альтернаріозу є розведення та впровадження в культуру сортів та гібридів, які володіють стійкістю до цієї грибкової хвороби. Деякі зі сортів та гібридів томатів, які проявляють відносну стійкість до альтернаріозу, включають Арон F1, Вишиванка, Галілея F1, Камі

F1 та інші. Це означає, що ці рослини мають вбудовану стійкість до хвороби і можуть бути менш схильними до зараження альтернаріозом, що зменшує потребу у використанні фунгіцидів та інших заходів захисту. [12]

Таблиця 2

Ефективність застосування фунгіцидів проти альтернаріозу на томатах сорту Загадка (м. Черкаси, 2019—2020 рр.) [13]

Варіант	Норма витрати препарату, л/га	Поширення хвороби, %	Розвиток хвороби, %	Збережений урожай, %	Урожайність, т/га
Квадріс Топ 325 SC, КС	0,6	18,5	2,5	52,5	66,2
Квадріс 250 SC, к.с.	1,0	20,3	4,5	47,5	64,0
Кабріо Дуо, КЕ	2,5	25,4	5,0	41,0	61,2
Танос 50, ВГ	0,6	39,1	14,2	17,7	51,1

Ефективні заходи для контролю альтернаріозу включають видалення рослинних залишків після врожаю, проведення глибокої оранки або перекопування земельної ділянки та дотримання сівозміни. В змішаних сівозмінах також можна використовувати озиму пшеницю, горох і кукурудзу.

Говорячи про інші заходи захисту, не можна не вказати на важливість методів інтегрованого захисту, а саме застосування біопрепаратів, такі фунгіциди є більш еколого-безпечні й не шкодять агроценозам. Великий мінус – великий розхід на ефективність препарату, тому можна зробити висновок, що це є економічно дорожче, ніж класичні фунгіциди.

Для боротьби з альтернаріозом в цілому використовують такі біофунгіциди: Триходермін, Планриз, Фітоспорин-М тощо. Для більшої ефективності хімічні препарати необхідно поєднувати з біологічними, вони мають антагоністичні спори, які пригнічують розвиток фітопатогенів.[11]

Великою перевагою біологічних методів є їх можливість застосовувати від початку до завершення плодоношення рослин, що відрізняє їх від хімічних засобів. Необхідно підкреслити, що біопрепарати абсолютно безпечні для здоров'я людини та навколишнього середовища.

На підставі отриманих даних на дослідній ділянці у м. Липовець Вінницької області можна зробити висновок, що у 2023 році вирощування помідорів мало певні незначні виклики, пов'язані з розвитком альтернаріозу: високі температурні умови та кількість опадів у цьому році відрізнялися від середньої багаторічної норми, що створило сприятливі умови для розвитку грибової хвороби не тільки сухої гнилі, а й фітофтори.

Альтернаріоз помідор, подібно до альтернаріозу картоплі, проявився як серйозна загроза для врожаю. Я міг спостерігати, як хвороба переходить з картоплі на томати, тому що безпосередньо недалеко була висаджена дослідна ділянка з посадженою картоплею, а як ми знаємо, гриби роду *A. Solani* та *A.*

Alternata розвиваються найчастіше та найпродуктивніше – на пасльнових. Зниження стійкості сортів помідорів до цієї хвороби призвело до скорочення інкубаційного періоду хвороби та підвищення інтенсивності її прояву на рослинах. Такі погодні умови сприяли швидкому розвитку альтернаріозу та поширенню на великих площах. Висока температура та низька кількість опадів стали вирішальними факторами, що сприяли поширенню цієї грибкової хвороби серед культурних рослин.

У 2023 році за моїм аналітичним спостереженнями, метеорологічні умови у Вінницькій області вплинули на розвиток альтернаріозу помідор. Була помірна весняна температура, але в першій декаді червня відзначилися посушливі дні, що сприяло швидкому росту та розвитку рослин. Третя декада червня була відзначена дощовими опадами та прохолодною погодою, що може бути фактором, що гальмує розвиток грибкової хвороби.

У липні, у період активного росту томатів, спостерігалася менша кількість та інтенсивність дощів, що створило сприятливі умови для розвитку альтернаріозу. Температура повітря в першій декаді липня була істотно нижчою, ніж середньорічні показники, що сприяло активізації грибкового зараження на помідорах. З цього моменту був застосований 3 рази фунгіцид Ридоміл Голд з інтервалом кожні 10 днів для профілактичних цілей, цей пестицид має подвійний захист.

Серпень виявився досить посушливим, але помірно теплим місяцем. Помірна кількість опадів та збалансована температура сприяли подальшому розвитку альтернаріозу, в середині серпня починалося плодоутворення, відтак було превентивно зроблено 2 обробки Ревус Топом для захисту плоду від ураження сухою гниллю.

Висновок. Отже, без інтегрованого захисту рослин на моїй дослідній ділянці за вищевказаних метеорологічних умов альтернаріоз міг би стати серйозною загрозою для врожаю помідорів. Зниження стійкості сортів помідорів до цієї хвороби та дисбаланс погодних умов вплинули на інтенсивність та поширення хвороби. Тим не менш, можна зробити висновок, що вчасні заходи обробки протигрибковими препаратами та використання стійких сортів томатів можуть допомогти зменшити втрати врожаю в умовах зміни клімату та погодних умов.

Список використаних джерел

1. Захист томатів на присадибних ділянках: веб-сайт. URL: <https://www.syngenta.ua/news/zahist-gorodu-sadu-gazonu/zahist-tomativ-na-prisadibnih-dilyankah>
2. Райчук Т. М. Суха плямистість томатів в Північному Лісостепу України / Т. М. Райчук, В. Г. Сергієнко // Карантин і захист рослин. – 2004. с. – 5-7.
3. Ткаленко Г.М., Гораль С.В., Особливості формування фітопатогенного комплексу на томатах у закритому ґрунті / Захист і карантин рослин. – 2020. с. 191-200.

4. Боротьба з найпоширенішими хворобами томата і картоплі: веб-сайт. URL: <https://vseroste.com.ua/blog/borotba-z-naiposhirenishimi-hvorobami-tomata-i-kartopli>
5. Каушан О. Сучасна технологія захисту томатів та картоплі проти альтернаріозу і фітофторозу / О. Каушан // Огородник. – 2009. – № 6. – с. 11.
6. Косилович Г. О. Інтегрований захист рослин : навч. посіб. / Г. О. Косилович, О. М. Коханець. – Львів: Львівський національний аграрний університет, 2010. – с. 165.
7. Писаренко В. М. Інтегрований захист рослин / Писаренко В. М., Піщаленко М. А., Поспелова Г. Д., Горб О. О., Коваленко Н. П., Шерстюк О. Л. // Полтава, 2020. – 245 с.
8. Плющ В.Р. Захист помідорів від хвороб і шкідників /В.Р. Плющ // Агросвіт України. – 2007. – №6. – с. 28-30.
9. Сергієнко В. Г. Фунгіциди нового асортименту / В. Г. Сергієнко // Справжній господар. – 2012. – № 2. – с. 19–23.
10. Лихочвор В. В. Рослинництво: сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур / В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко – Львів. НВФ «Українські технології», 2008. – 730 с.
11. Захист картоплі і томатів від хвороб: веб-сайт. URL: <https://wz.lviv.ua/life/462139-zakhyst-kartopli-i-tomativ-vid-khvorob>
12. Альтернаріоз томатів: заходи щодо обмеження його шкідливості: веб-сайт. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/26824-alternarioz-tomativ-zakhody-shchodo-obmezhennia-ioho-shkidlyvosti.html>
13. Джам М. А., Михайленко С.В. Ефективність сучасних фунгіцидів проти альтернаріозів томатів Київ: Інститут захисту рослин НААН, 2020. – с. 77-78.

Богдан ПАНЬКОВЕЦЬКИЙ¹²,
студент 3-го курсу,
Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВИВЧЕННЯ СОРТИМЕНТУ КАПУСТИ БРОКОЛІ В УМОВАХ УКРАЇНИ

***Анотація.** Досліджено сортимент капусти броколі рекомендований до вирощування в умовах України. У результаті проведеного аналізу сортименту виявлено, що більшість сортименту рекомендованого до вирощування становлять гібриди закордонної селекції. У реєстрі сортів рослин придатних до вирощування в Україні представлені сорти та гібриди для вирощування у відкритому та закритому ґрунті, а також для вирощування в усіх ґрунтово-*

¹²Науковий керівник – к.с.-г.н., доцент кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства ВНАУ Паламарчук І.І.

кліматичних зонах України. Найбільшу масу плоду формують гібриди Бести F_1 – 1,0-1,5 кг, Монрелло F_1 – 1,8-2,0 кг, Стромболі F_1 – 1,0-1,5 кг. Найвищий рівень потенційної урожайності можливо отримати з сорту Вікаріо – 60 т/га та гібридів Бести F_1 , Монрелло F_1 – 45,0 та 42,0 т/га відповідно.

Annotation. The assortment of broccoli cabbage recommended for cultivation in the conditions of Ukraine was studied. As a result of the conducted analysis, it was sorted that the first grade recommended for cultivation is hybrids of foreign selection. The register of plant varieties suitable for growing in Ukraine presents varieties and hybrids for growing in open and closed ground, as well as for growing in all reasonable climatic zones of Ukraine. Besti F_1 hybrids – 1.0-1.5 kg, Monrello F_1 – 1.8-2.0 kg, Stromboli F_1 – 1.0-1.5 kg form the largest fruit mass. The highest level of indicative yield can be obtained from the Vicario variety – 60 t/ha and Besti F_1 , Monrello F_1 hybrids – 45.0 and 42.0 t/ha, respectively.

Ключові слова. капуста, броколі, сорт, гібрид, технологія.

Вступ. Капуста броколі (*Brassica cauliflora simplex*) – корисна овочева культура, яка за своїми поживними і лікарськими якостями перевершує інші види капуст родини Капустяних (*Brassicaceae*) роду *Brassica*. Вона містить багато корисних білків, амінокислот, жирів, клітковину, ряд макро- і мікроелементів, вітаміни і важливі для здоров'я людини протиракові речовини, такі як сульфорафан, індол-3-карбінол, сінегрін. Популярність вирощування броколі з кожним роком набирає обертів, проте посівні площі, під цією культурою, невеликі і становлять біля 3 % від загальної площі зайнятих капустяними культурами. Пояснюється це тим, що існуючі технології вирощування недосконалі, зокрема тим, що сортовий і гібридний асортимент культури є обмежений. Також слід зауважити, що сільгоспвиробники висувають доволі високі вимоги до сучасного сортименту броколі. Якісне та масове виробництво капусти броколі в Україні можливе тільки при умові покращення та впровадження сучасної технології вирощування. Посіви броколі у світі налічують приблизно 250 тис. га, а виробництво цієї культури досягає 3 млн. т. Найбільшими країнами виробниками броколі в Європі є Польща, Великобританія, Іспанія та Італія [1; 2].

Капусту броколі вирощують з насіння або з розсади. Користуючись конвеєрною технологією посадки розсади проводять у 4 строки, в ґрунт насіння висівають у 3 терміни через 15-20 діб. Розсаду висаджують у відкритий ґрунт після появи 5-6 справжніх листків. Норма висіву насіння за розсадного способу вирощування – 4 г/м², за сівби у відкритий ґрунт – 0,8-1 г/10 м². Оптимальна густина стояння рослин при безрозсадному способі вирощування становить 40-45 шт./10 м². Рекомендованою схемою висадки розсади широкорядним способом є 60x40 або 70x30 см, за стрічкового дворядного – (50+90)x30 см. Найбільш доцільна схема розміщення рослин за безрозсадного способу вирощування броколі – 70x50 см) [2].

За даними Ю. Кузьменка, кращий вік розсади капусти броколі 40 діб. Розсада такого віку пластична і життєздатна. Вона краще витримує

пересаджування і швидше відновлює площу листків. Рослини формують головки більшої маси, ніж 50-дібна. При використанні 40-дібної розсади ранній урожай, в порівнянні з 50-дібною, вищий на 36 %, а загальний на 18 %. Оптимальний вік сіянців у капусти броколі для пересаджування 10 – 12 діб. Розсада вирощена з пересаджуванням формує добре розвинену мичкувату кореневу систему, що сприяє досить високому її приживанню. О. Павлась стверджує, що небажано допускати переростання розсади – вона гірше приживається і зазвичай забезпечує низький врожай. Найбільшою популярністю у виробників користується касетна розсада. Практика показує, що касетний спосіб вирощування розсади забезпечує високий її вихід з одиниці площі закритого ґрунту. Розсада добре утримується в касетах при транспортуванні, її легко вибирати із касет, не пошкоджуючи кореневої системи, що забезпечує динамічний ріст рослин без втрати “забігу” в період приживання. Одна з найбільших переваг касетного способу – отримання раннього врожаю [5].

Капуста дуже вибаглива до вологості ґрунту й повітря. Добрий ріст та формування високого врожаю можливе тільки при зрошуванні. При врожайності 30 т/га капуста потребує 2 тис. м³, при 100 т – 5,5 тис м³ води. Найбільше вологи капуста потребує після висадки розсади у відкритий ґрунт та у фазі активного росту і формування головки. Висока продуктивність капусти забезпечується при вологості ґрунту 80-75 % НВ і відносній вологості повітря 75-90 %. Рослина дуже погано реагує на відхилення вологості ґрунту від оптимуму, суттєво зменшується продуктивність. При зниженні вологості ґрунту до 60 % НВ листки покриваються сизим нальотом, краї листка підгортаються. У разі надмірної кількості вологи та низьких температур, капуста гальмує свій ріст. Найбільшу кількість вологи рослина потребує під час наростання розетки й утворення голівок. При надмірній вологості ґрунту : листки стають фіолетовими, ріст рослин уповільнюється, сильніше піддаються зараженню судинним бактеріозом. Зниженні відносної вологості повітря до 40 % на тривалий час (15-20 діб) суттєво знижує врожай капусти. Надмірна вологість повітря створює сприятливі умови для розвитку грибкових хвороб (чорна ніжка) на розсаді. [4]

Догляд за рослинами передбачає рихлення ґрунту в міжряддях: перше на глибину 12-14 см, друге – 8-10 см, третє та наступні обробітки – за необхідності. Підрізування та присипання рослин не допускається. Для утворення додаткових коренів необхідно провести підгортання рослин [2].

Броколі в ґрунтово-кліматичних умовах України найчастіше вражається такими хворобами, як альтернаріоз, несправжня борошниста роса (пероноспороз), кила, мозаїка, слизневий бактеріоз, чорна ніжка. З шкідників особливої шкоди наносять: хрестоцвіті блішки, капустяна муха, капустяна тля, стебловий прихованохоботник, капустяна совка, білянка. Заходи боротьби з хворобами, шкідниками та бур'янами включають профілактичні, агротехнічні та, за необхідності, хімічні методи. Профілактичними обов'язковими заходами є: застосування здорового та очищеного від бур'янів посівного матеріалу;

якісне збирання врожаю; вчасне знищення рослинних решток; знищення бур'янів в посівах і на узбіччях доріг. Хімічний захист необхідно проводити відповідно до чинного «Переліку пестицидів і агрохімікатів» та обов'язково дотримуватися норм і термінів їх застосування. Капуста броколі відноситься до культур, які за оптимізації живлення значною мірою збільшують врожайність з одночасним покращенням якості вирощеної продукції. Особливе значення у даному випадку відіграють позакореневі підживлення макро- і мікроелементами в найважливіші етапи органогенезу [2].

Броколі є придатною культурою для промислової переробки та виробництва заморожених напівфабрикатів, що збільшує потребу на цю капусту як на свіжому ринку, так і з боку переробників. Наявність свіжої капусти броколі в Україні є сезонним. Щоб подовжити період надходження капусти броколі у товарному вигляді потрібно впровадити конвеєрну систему виробництва. Одним з важливих факторів збільшення обсягів виробництва броколі в Україні є встановлення оптимальних строків садіння для отримання високих врожаїв якісної продукції для тривалого періоду надходження свіжої продукції на ринок [3]

Результати досліджень. У результаті проведених досліджень зроблено аналіз сортименту капусти броколі рекомендований до вирощування в умовах України дані якого висвітлено в таблиці 1. Варто зазначити, що більшість сортименту рекомендованого до вирощування становлять гібриди закордонної селекції. Це пояснюється тим, що гібридна форма більш стійка до умов вирощування, патогенів та здатна забезпечити вищі показники врожаю з високою якістю суцвіть.

Таблиця 1

Сорти капусти броколі рекомендовані для умов України

Сорт, гібрид	Рік	Рекомендована зона вирощування	Оригінатор
Бесті F ₁	2018	СЛП/зг	Нідерланди (Syngenta)
Вікаріо	2022	СЛП	Нідерланди (Rijk Zwaan)
Корато F ₁	2018	СЛП	Нідерланди (Enza Zaden)
Ларсон F ₁	2020	СЛП	Нідерланди (Rijk Zwaan)
Монрелло F ₁	2018	СЛП	Нідерланди (Syngenta)
Сігно F ₁	2018	СЛП	Франція (Clause)
Самоа F ₁	2018	Закритий ґрунт	Італія (Cora Seeds)
Стромболі F ₁	2018	Закритий ґрунт	(Hazera)
Куско F ₁	2021	СЛП	Франція (Clause)
Мойкан F ₁	2017	Закритий ґрунт	Італія

У реєстрі сортів рослин придатних до вирощування в Україні представлені сорти та гібриди для вирощування у відкритому та закритому ґрунті, а також для вирощування в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України.

Аналіз сортименту капусти броколі показав, що вегетаційний період представлених сортів та гібридів складає від 55 до 80 діб (табл. 2). Продуктовим органом капусти броколі є рихле суцвіття і за масою плоду воно поступається капусті цвітній. Найбільшу масу плоду формують гібриди Бесті F₁ – 1,0-1,5 кг, Монрелло F₁ – 1,8-2,0 кг, Стромболі F₁ – 1,0-1,5 кг. Найвищий рівень потенційної урожайності можливо отримати з сорту Вікаріо – 60 т/га та гібридів Бесті F₁, Монрелло F₁ – 45,0 та 42,0 т/га відповідно.

Наявність у реєстрі сортів різних строків дозрівання дає можливість вирощувати капусту броколі конвеєром, забезпечуючи тривалий період надходження свіжої продукції до споживача тривалий період, який зокрема можливо подовжити за рахунок використання сортів різних груп стиглості.

Таблиця 2

Характеристика сортименту капусти броколі

Сорт, гібрид	Веgetаційний період, днів	Маса плоду, кг	Рівень потенційної урожайності, т/га	Строк дозрівання
Бесті F ₁	55-60	1,0-1,5	45	ранній
Вікаріо	65-70	0,45-0,5	60	ранній
Корато F ₁	65-70	0,6-0,8	32	середньо-ранній
Ларсон F ₁	70-75	0,5-0,7	12	середній
Монрелло F ₁	80-85	1,8-2,0	42	середній
Сігно F ₁	55-60	0,3-0,5	18	ранній
Самоа F ₁	55-60	0,5-0,7	28	ранній
Стромболі F ₁	65-70	1,0-1,5	35	середній
Куско F ₁	63-67	0,5-0,7	18	ранній
Мойкан F ₁	75-80	0,5-0,6	30	середній

Висновок. Отже, капуста броколі досить цінна овочева культура. Вона має багатий хімічний склад, високі смакові якості за рахунок чого є популярною в Україні та за її межами. Сортимент капусти броколі рекомендований до вирощування в умовах України досить різноманітний та в більшості наповнений гібридами закордонного виробництва, що забезпечує високу якість продукції. Наявність сортів та гібридів різних груп стиглості дає можливість вирощувати її конвеєром.

Список використаних джерел

1. Сидякіна О. В., Сахно І. М. Аналіз сортименту капусти броколі в Україні. *Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої видатному вченому, викладачу, організатору*

сільськогосподарського виробництва, засновнику Херсонського земського сільськогосподарського училища, кандидату сільського господарства і лісівництва К.І. Тархову, 22 травня 2020 р. Херсон: ДВНЗ «ХДАУ», 2020. С. 56–58. URL:http://www.ksau.kherson.ua/files/konferencii/Збірник_конф.2020.pdf#page=56

2. Сидякіна О. В., Сахно І. М. Особливості технології вирощування та зберігання капусти броколі. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології та актуальні питання післязбиральної доробки плодоовочевої продукції як важіль підвищення економічної ефективності».* 14–15 березня 2019 року. Херсон, 2019. С. 549–553. URL:http://www.ksau.kherson.ua/files/konferencii/Інноваційні_технології_222_печать.pdf#page=549

3. Хромова А. В., аспірант, Романов О. В., канд. с.-г. наук, доцент Державний біотехнологічний університет. Вплив строків садіння на конвеєрне надходження капусти броколі. *VI Міжнародна науково-практична конференція. Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва.* С. 288-290 URL:https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/28209/1/6_SCIENTIFIC_BASIS_2022-289-291.pdf

4. Пузік Л. М., Бондаренко В. А. Екологічна стабільність гібридів капусти броколі. *Вісник ХНАУ. Серія : Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання.* 2015. № 1. С. 15-20. URL:http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnav_roslyn_2015_1_4

5. Лихацький В. І., Чередниченко В. М. Вплив розміру чарунки та віку розсади на формування врожаю капусти броколі в умовах Лісостепу. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.* 2012. Вип. 81 (1). С. 114-122. URL:http://nbuv.gov.ua/UJRN/zhpumus_2012_81%281%29_19

Христина ПЕТЛІНСЬКА¹³,
студентка 2-го курсу,
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ ПРИ АДАПТАЦІЇ *FRAGARIA ANANASSA* DUCH. ДО УМОВ *IN VITRO*

Анотація. Підтверджена ефективність застосування біопрепаратів проти збудника чорної кореневої гнилі під час адаптації рослин суниці садової

¹³Науковий керівник: кандидат с.-г. наук, ст. викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ ТЕТЯНА Аралова.

до умов *in vitro*. Біологічна ефективність біопрепаратів Фітоцид (*Bacillus subtilis*), Планриз (*Pseudomonas fluorescens*) і Фітохелп (*Bacillus spp.*) проти *Rhizoctonia spp.* становила – 67,2 %, 57,7 і 62,3 % відповідно, тоді як найвищою характеризувався Триходермін (*Trichoderma spp.*) – 72,9 %. Водночас біопрепарати показали значний рістстимулюючий ефект: висота пагонів рослин збільшувалася на 40–55 %, а загальна довжина коренів – на 40–48 %. Застосування біопрепаратів Фітоцид, ФітоХелп і Планриз сприяло підвищенню приживлюваності рослин на етапі їхньої адаптації на 18–26, 13–16 і 17–21 % відповідно.

Annotation. *The effectiveness of the use of biological preparations against the causative agent of Black root rot during the adaptation of garden strawberry plants to ex vitro conditions has been confirmed. Biological effectiveness of biological preparations Phytocid (Bacillus subtilis), Planriz (Pseudomonas fluorescens) and Phytohelp (Bacillus spp.) against Rhizoctonia spp. was – 67.2%, 57.7 and 62.3%, respectively, while Trichodermin (Trichoderma spp.) was characterized as the highest – 72.9%. At the same time, biological preparations showed a significant growth-stimulating effect: the height of plant shoots increased by 40–55%, and the total length of roots – by 40–48%. The use of biological preparations Fitotsid, FitoHelp and Planryz helped to increase the survival rate of plants at the stage of their adaptation by 18–26, 13–16 and 17–21%, respectively.*

Вступ. Підвищення рівня виробництва та якості готової рослинної продукції в сучасних екологічних умовах потребує розроблення нових альтернативних способів захисту рослин внаслідок індукованої стійкості до фітопатогенів із максимальним використанням адаптивних можливостей самих рослин. Одним із таких підходів є стимулювання власної стійкості рослин за впливу певних індукторів або еліситорів, які запускають захисні реакції, зокрема, проти біотичних стресових чинників середовища [1].

У природних умовах рослини постійно знаходяться під дією тих чи інших абіотичних та біотичних стрес-чинників, тому вивчення захисних механізмів та відповідних реакцій можуть носити неоднозначний характер. Доцільним є проведення досліджень на модельних культурах, отриманих за допомогою мікроклонального розмноження, які матимуть однаковий генотип, будуть вільні від патогенів та вирощуватимуться в сталих умовах, що дозволить знівелювати фонові зміни в самих рослинах [1, 4]. У наших дослідженнях як контрольні рослини використано суницю садову *Fragaria ananassa* Duch. [2, 5].

Суниця садова достатньо складний об'єкт для культури *in vitro*, що пояснюється конституційними ознаками, в тім числі здатністю первинних експлантатів до активного синтезу фенольних сполук у відповідь на травматичний стрес. Якісний склад фенольного комплексу і кількість фенолів має виражену сортоспецифічність, що створює додаткові проблеми при введенні рослин в культуру *in vitro*. Пригнічення процесів синтезу і окиснення поліфенолів, зменшення рівня оксидазного стресу завдяки ретельному підбору компонентів живильного середовища є важливою складовою ефективності

мікроклонального розмноження [2–3]. Багаточисельні дослідження показали, що у суниці садової можна одержати як калюсну так і вегетативну культуру. Із всіх факторів, що визначають успіх мікроклонального розмноження найбільше значення має генотип вихідної рослини, оскільки здатність до розмноження *in vitro* генетично обумовлена і великою мірою варіює у різних сортів [2].

Виклад основного матеріалу. При застосуванні біопрепаратів спостерігалось формування нових пагонів та листків, прискорювались процеси розвинення кореневої системи (рис.1) та істотно підвищувався вихід життєздатних рослин сорту суниці садової Аліна.



**А: праворуч – контроль,
ліворуч – Триходермін;**

**Б: ліворуч – контроль;
праворуч – Фітоцид**

Рис. 1. Ріст та розвиток рослин суниці садової *in vitro* за умов застосування біопрепаратів.

Порівняно до контролю та еталону найкращим виявився варіант із застосуванням суспензії, що містила конідії та міцелій *Trichoderma lignorum* (приживлення рослин-регенерантів становила в середньому 92,4–97,3%) (табл. 1).

При цьому спостерігався значний ріст від стимулюючого ефекту: висота пагонів рослин збільшувалась на 40–55%, а загальна довжина коренів на 40–48%. Застосування біопрепаратів Фітоцид, ФітоХелп та Планриз також сприяло збільшенню приживлення рослин на етапі їх адаптації на 18–26%, 13–16% та 17–21% відповідно.

Суниця садова є однією з найчутливіших культур до ураження ґрунтовими мікроміцетами родів *Fusarium*, *Verticillium*, *Cylindrocarpon*, *Pythium*, *Botrytis*, *Rhizoctonia*. Фітопатогенні гриби роду *Rhizoctonia* є основними і найагресивнішими патогенами для вкорінення ягідних культур. Зараження рослин у період укорінення збудниками кореневих гнилей призводить до погіршення якості садивного матеріалу, негативно впливає на їх приживлюваність при адаптації у відкритому ґрунті.

Таблиця 1

Вплив біопрепаратів на морфологічні показники рослин-регенерантів садової суниці в період адаптації до умов *in vitro*

Клони сорту суниці садової Аліна	Середня довжина коренів, мм	Середня висота пагонів, мм	Кількість адаптованих рослин до умов <i>in vitro</i> , %	Кількість утворених пагонів, шт
Контроль				
С-4	22,4	26,8	68,2	2,7
С-5	28,7	33,1	74,1	3,4
С-6	30,5	32,4	70,3	2,9
Триходермін				
С-4	43,3	60,1	94,8	6,8
С-5	48,6	65,3	97,3	7,6
С-6	54,2	54,2	92,4	6,2
Планриз				
С-4	41,3	44,6	86,4	4,8
С-5	44,7	49,3	89,6	4,7
С-6	51,0	52,7	87,3	5,3
ФітоХелп				
С-4	35,4	42,1	78,6	3,3
С-5	39,7	39,4	85,1	3,8
С-6	41,0	47,9	83,9	4,1
Фітоцид				
С-4	46,7	57,3	92,1	5,4
С-5	51,1	54,0	90,5	5,9
С-6	47,2	61,8	87,8	6,1

За результатами дослідження ефективності біопрепаратів при штучному зараженні ґрунтової суміші мікроміцетами роду *Rhizoctonia* показано, що при застосуванні Триходерміну, Фітоциду, ФітоХелпу та Планризу значно підвищувалася стійкість рослин до ураження. Зокрема, найбільший вихід адаптованих рослин спостерігався у варіанті із Триходерміном (рис. 2).



А - на початку зараження.

Б - через 30 днів,

ліворуч - варіант із застосуванням триходерміну, праворуч – контроль.

Рис. 2. Ріст та розвиток рослин садової суниці за умов зараження ґрунтової суміші мікроміцетами роду *Rhizoctonia*.

Дослідження з визначення ефективності біопрепаратів показали, що при застосуванні Триходерміну, Фітоциду, ФітоХелпу та Планризу підвищувалась стійкість рослин до ураження. Так, кількість здорових рослин у контролі становила 65,3%, у варіантах з біопрепаратами 72,4–82,3%, відповідно ступінь ураження – 21,3% проти 6,8–12,4% (табл.2).

Таблиця 2

Біологічна ефективність біопрепаратів щодо збудника кореневої чорної суниці садової через 30 днів

Препарати	Норма внесення препарату, мл/л	Біологічна ефективність, %	Кількість здорових рослин, %	Ступінь ураження кореневої системи, %
Контроль	-	-	65,3	21,3
Фітоцид	1	67,2	78,6	7,5
Планриз	35	62,3	75,4	10,2
ФітоХелп	1,5	57,7	72,4	12,4
Триходермін	8	72,9	82,3	6,8

За використання біопрепаратів на підземній частині рослини спостерігалось утворення бурих плям, а у контролі – невеликих виразок і побуріння тканин. Найвищою виявилась біологічна ефективність проти *Rhizoctonia* spp. біопрепарату Триходермін – 72,9%. Загалом інші біопрепарати характеризувалися задовільним рівнем біологічної ефективності. Так для Фітоциду, Планризу та Фітохелпу даний показник становив 67,2 %, 57,7 %, 62,3% відповідно.

Отже, застосування біопрепаратів Триходерміну, Фітоциду, ФітоХелпу та Планризу при адаптації рослин суниці садової до умов *in vitro* сприяє підвищенню кількості адаптованих рослин в середньому на 17-28 %, активізації розвинення нових пагонів та листків, прискоренню процесів формування кореневої системи, підвищенню стійкості рослин до ґрунтових фітопатогенів роду *Rhizoctonia* spp.

Висновок. Встановлено, що застосування біопрепаратів Триходерміну 8 мл/л, Фітоциду 1 мл/л, ФітоХелпу 1,5 мл/л та Планризу 35 мл/л при адаптації рослин суниці садової до умов *in vitro* сприяло підвищенню кількості адаптованих рослин у середньому на 17–28%, активізації розвитку нових пагонів та листків, прискоренню процесів утворення кореневої системи, підвищенню стійкості рослин до ґрунтових фітопатогенів роду *Rhizoctonia* spp.

Список використаних джерел

1. Пінчук Н.В., Вергелес П.М., Коваленко Т.М., Окрушко С.Є. Загальна фітопатологія. Навчальний посібник Вінниця, 2019. 276 с.
2. Бородай В. В., Субін О. В., Ліханов А. Ф. Дослідження антимікробної дії хітозану біологічно активних композицій на його основі. Біологічні системи: теорія та інновації. 2020. Т. 11. № 4. С. 18–25.

3. Курдиш І.К. Інтродукція мікроорганізмів у агроєкосистеми: монографія. К. Наук. думка, 2010. 253 с.

4. Мельничук М. Д., Кляченко О. Л. Біотехнологія в агросфері: навчальний посібник. Київ, 2014. 247 с.

5. Патица В.П., Пасічник Л.А., Гвоздяк Р.І. Петриченко В.Ф., Корнійчук О.В., Калініченко А.І. Фітопатогенні бактерії. Методи досліджень. Монографія. Том 2. Вінниця: ТОВ Вїндрук, 2017. 432 с.

6. Мельничук М.Д., Ліханов А.Ф., Коваленко Т.М., Клюваденко А.А. Вторинні метаболіти та їх роль в системах адаптації і захисту рослин. Монографія Вінниця ВНАУ Видавець ТОВ «Друк» 2022. 192 с.

7. Mazur V., Kolisnyk O. (2021). Influence of technological approaches of growing on sunflower seed productivity. Sil's'ke hospodarstvo ta lisivnytstvo. Agriculture and forestry. № 23. С. 5–15.

Вадим ПРОЦЬКІВ¹⁴,
студент 2-го курсу,
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

***Анотація.** Застосування таких технологій, як прями́й посів, а також хімічне та біологічне живлення, правильне використання біоцидів і використання генетично модифікованого насіння, у поєднанні з чіткою структурою біобезпеки та рішенням виробників щодо використання інноваційних технологій дозволило Україні зменшити вплив вирощування сої на навколишнє середовище та перетворити її на основний експорт сільськогосподарської продукції.*

***Annotation.** The use of such technologies as direct seeding, as well as chemical and biological nutrition, the correct use of biocides and the use of genetically modified seeds, combined with a clear structure of biosecurity and the decision of producers to use innovative technologies, allowed Ukraine to reduce the impact of soybean cultivation on the environment and turn it into the main export of agricultural products.*

Вступ. Соєві боби є економічно важливою культурою, яка займає перше місце серед їстівних олійних культур у світі завдяки вмісту олії та поживній

¹⁴Науковий керівник: канд. с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ В'ячеслав Циганський.

цінності. Крім того, його використовують як дієтичну добавку та джерело лікарських засобів. Нещодавні швидкі зміни клімату та збільшення населення планети призвели до зростання попиту на рослинну олію. У недавньому минулому досягнення в галузі біотехнології рослин зробили революцію в сільськогосподарській практиці на глобальному рівні для підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Ця технологія не тільки впливає на сільськогосподарський ринок, але й відкриває нові коридори для промислового застосування цієї важливої культури в сільському господарстві. Таким чином, за останні два десятиліття соєві боби привернули увагу до генетичного вдосконалення завдяки чудовим досягненням у маніпуляціях з генами для індукції бажаних характеристик.

Метою даної статті є вивчення процесу удосконалення технологічних прийомів вирощування сої на основі використання сучасних біологічних препаратів.

Виклад основного матеріалу. Соя є однією з найбільш гнучких культур з точки зору методів виробництва, географічних регіонів вирощування та універсальності кінцевого використання. Тому існує кілька агротехнічних прийомів, які слід враховувати при підготовці поля для вирощування сої. Хоча методи обробітку ґрунту та внесення добрив є звичайними для виробників, специфікації техніки можуть значно відрізнятися залежно від уподобань, умов навколишнього середовища та вартості. Історично механізований і немеханізований обробіток ґрунту вважався життєво важливою практикою для максимізації врожайності та вартості.

Незважаючи на те, що обробіток ґрунту все ще є корисним інструментом, сучасні дослідження підтвердили небезпеку надмірного обробітку ґрунту та потенційні вигоди від збереження ґрунту та операцій без обробки. Практика *No-Till* (нульового обробітку) і консерваційний обробіток ґрунту для сої широко поширені в районах із сильно еродованими ґрунтами, і деякі дослідження показали, що врожайність сої залишається незмінною або збільшується при зменшенні обробітку ґрунту.

Однак інші дослідження показали, що методи ротаційного обробітку ґрунту забезпечать вищу цінність урожаю, ніж практики *no-till*, зокрема через витрати на гербіциди та вимоги до обладнання. Враховуючи необхідність належного догляду за ґрунтом, консерваційний обробіток ґрунту (<30% рослинних залишків залишається на поверхні ґрунту) є популярним компромісом, особливо у вирощуванні стійкої до гербіцидів сої [1].

Ще однією поширеною практикою у вирощуванні сої є передпосівне підживлення різними макро- та мікроелементами. Програми підвищення родючості ґрунту створені для забезпечення достатньої кількості поживних речовин для потреб культури, що максимізує врожайність та ефективність сільськогосподарського угіддя, де вирощується соя, а також мінімізує вплив на навколишнє середовище. Для того, щоб підготувати поле для посіву сої, фермер повинен почати з визначення того, які поживні речовини вже присутні в ґрунті; це може бути досягнуто різними методами відбору проб ґрунту та аналізу.

Основні макроелементи, азот (N), фосфор (P) і калій (K), повинні бути досліджені в першу чергу разом з критично важливими вторинними макроелементами та мікроелементами, такими як сірка (S), кальцій (Ca), магній (Mg), цинк (Zn), марганець (Mn), бор (B), залізо (Fe) і мідь (Cu).

Хоча соєві боби потребують великої кількості азоту, удобрення зазвичай непотрібне через симбіотичний зв'язок з *Bradyrhizobium japonicum*, бактерією, яка здійснює фіксацію азоту та забезпечує доступний для рослин азот. Залежно від польових умов, 25–75% азоту в зрілих сої може походити від симбіотичної фіксації азоту. Надлишок азоту був пов'язаний з негативними фізіологічними умовами рослин і пригніченням активності ризобій (гетерогенна група азотфіксуючих бактерій, що живуть у ґрунті, в корневих вузликах рослин). Таким чином, найкращим рішенням обмеженого польового азоту іноді є бактеріальна інокуляція ґрунту або насіння. Кислотність ґрунту також є життєво важливим компонентом управління сільськогосподарським угіддям, де вирощують сою. Добре задокументовано, що всі поживні речовини мають різну доступність для рослин залежно від рН. Як правило, соєві боби віддають перевагу слабнокислому ґрунту з рН від 6 до 7. Вапнування поля є оптимальною технікою для підвищення рН, тоді як найпоширенішою практикою зниження рН є застосування елементарної сірки [2].

Хоча врожайність є рушійним фактором для внесення добрив, останні зміни на ринку скоригували оцінку сої, зосередившись на якості складу насіння. Амінокислотні профілі як дескриптори якості протеїну в продуктах харчування для людей і худобі, а також соєві боби з високим вмістом олеїнової кислоти для підвищення функціональності та продуктивності є лише двома прикладами можливих переваг, які виробники можуть отримати завдяки складу насіння сої.

Азотні добрива відіграють обмежену роль у складі насіння, оскільки вони рідко потрібні через фіксацію азоту бактеріями. Проте відомо, що надлишок азоту знижує рівень сірковмісних амінокислот і має непослідовний вплив на концентрацію жирних кислот. Застосування фосфору може збільшити кількість білка без коригування амінокислотного профілю, але також має позитивну кореляцію з вищими концентраціями фітинової кислоти та ізофлавонів. Крім того, було показано, що фітинова кислота збільшується разом із концентрацією цинку. Внесення калію перед посівом має обмежену окупність інвестицій щодо врожайності та складу насіння. Однак рослини сої з дефіцитом калію піддаються більшому ризику зараження комахами-шкідниками, зокрема попелицею. При застосуванні сірки спостерігається обмежена врожайність. Хоча дослідники виявили, що використання сірчаних добрив є економічно життєздатним, особливо на грубих ґрунтах, рідко рекомендується внесення сірчаних добрив. Було також показано, що рівень сірки в ґрунті сильно впливає на співвідношення між запасними білками насіння. Оскільки ринки продовжують змінюватися та цінують різний склад насіння сої, для виробників буде критично важливо вносити добрива з урахуванням як врожайності, так і компонентів насіння [3].

Аграрії, котрі вирощують сою та інші посівні культури протягом року приймають рішення, які впливають на кінцеву врожайність, вартість і прибуток від щорічного врожаю. Багато найважливіших рішень приймаються на початку та протягом вегетаційного періоду. З моменту посіву насіння сої для збору врожаю виробники вибирають (або вирішують відмовитися) від багатьох методів, включаючи сівозміну, міжряддя, щільність популяції, зрошення, післясходове підживлення та боротьбу зі шкідниками. Збільшення потенційного врожаю сої безпосередньо пов'язане з попереднім використанням поля. Сівозміна або процес вирощування різних культур у послідовні сезони на одному полі є звичайною практикою у виробництві сої. Кукурудза (*Zea mays*) і сівозміни сої є вигідними через високу потребу кукурудзи в азоті, яку можна зменшити за допомогою *Bradyrhizobium japonicum* фіксація азоту в бульбочках сої. Сівозміни кукурудзи та сої також демонструють сприятливий енергетичний баланс та покращення врожайності зерна. Сівозміни, включаючи кукурудзу та сою, а також пшеницю (*Triticum L.*), овес (*Avena sativa*), ячмінь (*Hordeum vulgare*), бавовна (*Gossypium*), і фуражні пасовища (пасовища для жуйних тварин) також продемонстрували потенціал для економічної та екологічної вигоди. Хоча, залежно від послідовності посівів, можуть знадобитися нові методи управління. Наприклад, люцерна або конюшина після сої вимагають вапнування для максимального виробництва, оскільки ці культури віддають перевагу трохи вищому рН [4].

Захист і відновлення ґрунту за допомогою незібраного врожаю, висадженого між вегетаційними сезонами сої, або покривного посіву також є корисним. Покривні культури захищають ґрунт, який інакше був би опоросом, і поповнюють поживні речовини, засвоєні рослиною сої. Крім того, покривні культури можуть сприятливо зменшити тиск бур'янів, зменшити ущільнення ґрунту та покращити збереження води. Однак покривні культури збільшують річні витрати і не показали збільшення врожайності сої, що може негативно вплинути на чистий прибуток певного виробника. Багато аграріїв, які протягом року отримують достатньо одиниць ступеня вирощування, також обмежують поля для опоросу подвійним посівом сої. Системи подвійного посіву сої та пшениці продемонстрували високу економічну віддачу для виробників як у польових дослідженнях, так і в моделюванні. Соеві боби подвійного врожаю демонструють нижчу врожайність через пізню посадку та зниження потенціалу індексу площі листя, але це можна пом'якшити за допомогою ранньостиглих сортів. Іншим, менш поширеним варіантом для виробництва сої є сумісне посів або вирощування принаймні двох культур одночасно. Змішування кукурудзи та сої може збільшити врожайність обох культур за належних норм висіву [5]. Посів пшениці та сої також демонструє позитивну реакцію на врожайність. Цукрова тростина (*Saccharum*) і міжвидові відносини сої збільшують урожайність цукрової тростини та покращують ризосферну активність, одночасно знижуючи врожайність сої. Хоча проміжні культури можуть підвищити цінність для виробників сої, вони непридатні для більшості систем великого виробництва.

Висновок. Після вибору системи посіву аграрії, котрі вирощують сою повинні визначити належне міжряддя та відповідну щільність популяції для свого середовища. Відповідний баланс між міжряддям і густотою рослин має вирішальне значення для максимального виробництва сої та надійної економічної віддачі. Вузькі ряди та висока густота рослин корелюють із прискореним змиканням крони та придушенням бур'янів. Збільшення рослин на поле також збільшує вартість; однак подальше підвищення врожайності та прибутку перевершує витрати. Коли соєві боби з'являються та ростуть, наступним питанням для виробників є зрошення. Це локалізоване рішення може ґрунтуватися на історичних записах опадів, прогнозованих щоденних погодних явищах або комбінації факторів. За відсутності природних опадів зрошення є життєво важливим для виробництва сої, оскільки дефіцит води перешкоджає потенціалу врожаю. Зрошення також можна оптимізувати просторово по всьому полю за допомогою методів змінної норми та тимчасово протягом вегетаційного періоду, орієнтуючись на конкретні стадії росту. Застосування фертигації (введення добрив) можна використовувати для поєднання внесення післясходових добрив із зрошенням. Інші методи післясходового підживлення, включаючи позакореневе обприскування та пряме внесення в ґрунт, є більш поширеними рішеннями проблем поживних речовин у період вегетації. Відбір і аналіз тканин рослин можна поєднати із зразками ґрунту, щоб визначити сезонні недоліки ґрунту та призначити подальше застосування.

Список використаних джерел

1. Заболотний Г.М., Циганський В. І., Циганський О. І. Фотосинтетична продуктивність сої залежно від рівня удобрення та застосування комплексу мікроелементів. Наукові доповіді Нубіп України. 2018. №12. 34–46 с.
2. Нетіс В.І. Формування елементів продуктивності сої за різних заходів вирощування. Таврійський науковий вісник. Херсон: Грінь Д. С., 2018. Вип. 99. С. 100–107
3. Циганська О. І. Вплив мінеральних добрив, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення мікроелементами на якісні показники зерна сортів сої. *Сільське господарство та лісівництво*. № 8. 2018. С. 78–86.
4. Циганська О. І. Вплив системи удобрення на проходження фаз росту і розвитку сортів сої та на коефіцієнт збереження рослин. *Сільське господарство та лісівництво*. № 13. 2019. С. 119–133.

Микола РОЗГОН¹⁵,
Студент 4 курсу,
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ ПЛОДІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ

Анотація. Технологія із використанням захисних покриттів, яка передбачає ізоляцію плодів від зовнішнього середовища за допомогою спеціальних пакетів, є ефективним методом захисту і підвищення якості врожаю в таких умовах, де плоди схильні до атак грибків, бактерій, комах і навіть птахів. Цей підхід дозволяє зменшити ризик зараження плодів патогенними організмами та мікроорганізмами, які можуть спричинити гниль чи інші пошкодження. За допомогою такого вирощування також можна контролювати фактори навколишнього середовища: вологість та температуру, що може позитивно вплинути на розвиток і якість плодів. В даній статті наведено особливості даної технології, адже вона вимагає великої уваги до догляду за пакетами та вентиляції, щоб уникнути надмірного утворення конденсату та захистити плоди від перегріву.

Annotation. *The technology using protective coatings, which involves isolating the fruits from the external environment with the help of special bags, is an effective method of protecting and improving the quality of the harvest in such conditions, where the fruits are prone to attacks by fungi, bacteria, insects and even birds. This approach reduces the risk of fruit contamination by pathogenic organisms and microorganisms that can cause rot or other damage. With the help of such cultivation, it is also possible to control environmental factors: humidity and temperature, which can positively affect the development and quality of fruits. This article describes the specifics of this technology, because it requires great attention to package care and ventilation to avoid excessive condensation and protect the fruits from overheating.*

Вступ. Фрукти є джерелом численних сполук, необхідних для людського організму, і входять до складу добре збалансованого здорового режиму харчування. Незважаючи на те, що фрукти та овочі мають низьку калорійність, харчова цінність фруктів набула значного інтересу в наш час, оскільки вони є джерелом корисних для здоров'я вітамінів, клітковини, мінералів, фітохімічних речовин і біологічно активних сполук, які допомагають запобігти ризику захворювання таким хворобам як рак та серцево-судинна недостатність [1]. Достатнє споживання фруктів і овочів замінює шкідливі насичені жири та цукор з організму та покращує здорові поживні речовини та харчові волокна.

¹⁵Науковий керівник: кандидат с.-г. н. доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин. ВНАУ Вергелес Павло.

Продовольча і сільськогосподарська організація ООН (ФАО) і Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) рекомендують споживати щонайменше 400 г свіжих фруктів і овочів щодня [2]. Проте на фізичні та біохімічні властивості фруктів значною мірою впливають фактори зовнішнього середовища.

Виклад основного матеріалу. Техніка упаковки в мішки, яка вперше була використана в Японії в 20 столітті для груш і винограду, зараз широко використовується в країнах Азії (Японія, Китай, Корея), Австралії та США, захищаючи фрукти від навколишнього середовища (переважно від світла та патогенів, а пізніше від стресу, пов'язаного з температурою, водою чи вологістю та газообміном повітря) із свого роду щитом — фізичним бар'єром навколо плоду [3].

Фактично покриття полягає в тому, що молодий плід поміщають у харчовий пакет, закриваючи його стрічкою або затискачем на плодоніжці. Ізоляція плодів від зовнішнього середовища захищає їх під час розвитку від механічних або біотичних пошкоджень, особливо в регіонах, де плоди схильні до атак грибків, бактерій, комах чи навіть птахів [3]. Мета полягає в тому, щоб отримати фрукти без зовнішніх недоліків, з бажаною формою та кольором залежно від регіональних або національних споживчих уподобань щодо конкретних фруктів. Очікувані зміни кольору порівняно з фруктами без пакування можуть відповідати або зменшенню, або посиленню кольору, або навіть більшій однорідності самого кольору. Це особливо важливо на ринках, наприклад, Японії, де естетичні аспекти є важливим фактором конкуренції.

Техніка упаковки в мішки використовується спеціально для покращення зовнішнього вигляду та якості фруктів (особливо в Азії). Існують різні типи мішків/пакувального матеріалу. Спочатку в Кореї для загортання фруктів використовувалися газетні пакети, щоб запобігти пошкодженню від шкідників і хвороб, але приблизно в 1985 році з'явилися штучно виготовлені пакети.

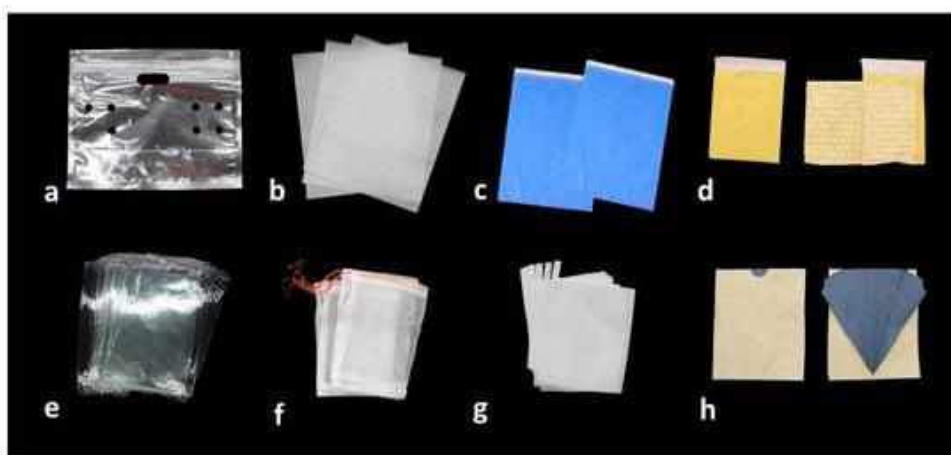


Рис. 1. Різні види мішкових матеріалів, що використовуються для підвищення якості фруктів: (а) прозорий парафіновий мішок; (б) нейлонові мішки; (в) пластикові пакети синього кольору; (д) двошаровий пакет (жовтий папір зовні та пластик усередині); (е) целофанові пакети; (ф) сумки з органзи; (г) паперові пакети; (h) двошаровий паперовий пакет (коричневий зовні та сірий всередині).

Незважаючи на те, що вартість виробництва мішків висока, а практика трудомістка, упаковка з новими матеріалами показала чудові результати. Мішок навколо фрукта контролює сонячне світло, температуру, вологість, випаровування та механічні пошкодження. Упакування в мішки також може регулювати час збору врожаю [4] і контролювати напади шкідників, особливо плодових мух, мінімізуючи залишки пестицидів, що особливо важливо під час сезону дощів. Таким чином, фасування в мішки є чудовим способом отримання плодів із дуже низьким вмістом пестицидів або залишків пестицидів. Крім того, упаковка в мішки може сприяти виробництву високоцінних органічних фруктів, як продемонстровано на прикладі органічних персиків на південному сході Сполучених Штатів *Allran et al.*, який показав, що якість фруктів (розмір, кислотність) була подібною між фруктами в мішках і контрольними фруктами, а також *Campbell et al.*, який повідомив, що упаковка в мішки захищає від різних шкідників і хвороб, але має мінімальний вплив на органічну якість персика. Подібні висновки були отримані й для інших культур. Крім того, для органічних фруктів мішки можна подвоїти [5] або просочити інсектицидом або обприскати інсектицидами/фунгіцидами перед пакуванням у мішки [6].

Пакування в мішки може визначати численні зміни у фізіології фруктів і в збереженні його характеристик, і особлива увага приділяється тропічним фруктам, для яких є численні застосування, які часто зустрічаються також для інших видів фруктів.

Запропонована технологія пакування в мішки являє собою дуже ефективну техніку для зміни мікроклімату плодів, що призводить до меншого падіння плодів і збільшення вмісту фруктових цукрів і органічних кислот – двох важливих факторів, що визначають органолептичну якість фруктів, хоча реакція на пакування в мішки залежить від розглянутих фруктів. Мікросередовище всередині пакета також продемонструвало позитивний вплив на структуру яблучної шкірки [7] і зменшило розтріскування плоду; крім того, упаковка бананового пучка показала себе успішним проти охолодження, запобігаючи потемнінню бананової шкірки, а також сонячні опіки плодів і розтріскування граната [6, 8].

Є різні погляди та спостереження, а саме: відбулося зниження вмісту цукру після упаковки китайських білих оливок, як це було виявлено для яблук та фініків раніше. І навпаки, відбулося збільшення вмісту цукру в упакованих плодах манго, було зареєстровано покращення солодкості фруктів у яблук. Інші стверджували, що упаковка не має істотного впливу на розчинні цукри, але знижує вміст органічних кислот у плодах груші. Ще надходили повідомлення щодо збільшення загальної титрованої кислоти через слабе освітлення плодів персика, упакованого в жовтий папір (d), а пакети білого кольору (g) збільшили вміст розчинної твердої речовини, хлорофілу та антоціанів.

Техніка упаковки в мішки призводить до отримання більш привабливих плодів завдяки меншій кількості дефектів і видимих слідів [9], особливо на яблуках, грушах, плодах персика, граната, манго, карамболи, гуави, лічі ,

мушмули, хурми і юзу. Крім того, втрати після збору врожаю значно зменшуються для манго.

Однак деякі дослідження також повідомляють про негативний вплив фруктів у мішках, наприклад, знижена концентрація основних елементів у манго; менший розмір плодів для мушмули, груші, граната та яблука; менший вміст цукрів і органічних кислот в яблуці; зниження аскорбату в груші; і знижений рівень загальних каротиноїдів у персику.

У яблук важливих комерційних сортів – плоди, як правило, блакитні, але плоди стають рожевими або червоними після видалення мішка. Оскільки колір є основним привабливим фактором для покупки фруктів, упаковка в мішки в основному використовується для отримання певного кольору шкірки фруктів. З практичної точки зору, потрібно реалізувати упаковку яблук у мішки з матеріалами, які пропускають значну частину світлового випромінювання, щоб зберегти незмінний колір червоних яблук [10] і уникнути почервоніння шкірки. Крім того, мішки потрібно знімати за кілька тижнів до збору врожаю, щоб уникнути зменшення червоного кольору блакитних яблук.

Таблиця 1

Вплив пакування на фізіологічні порушення, колір і якість плодів яблуні.

Сорт яблуні	Початок укладання в мішки	Матеріал упаковки	Ефект
«Грені Сміт»	114–118 днів до збору врожаю	коричневий папір	покращення солодкості, зменшення сонячних опіків, 30-40% додаткового врожаю
«Червоний Фудзі»	40 днів після повного цвітіння	папір	краще засвоєння кальцію у фруктах
“Голден Делішес”	113 днів до збору врожаю	двошаровий папір: зовні сірий, всередині жовтий	поліпшення шкірки плодів, дещо зменшення розмірів і ваги
«Айдаред»	40 днів після повного цвітіння	1–3 шари чорної градової сітки	невелике підвищення механічних властивостей. Підвищення схильності до появи червоного кольору

Список використаних джерел

1. Славін, Я.Л.; Ллойд, Б. Користь фруктів і овочів для здоров'я. *Advances in Nutrition*. 2012, 3, 506–516 с.

2. Пем, Д.; Джівон, Р. Споживання фруктів і овочів: Переваги та прогрес освітніх втручань з питань харчування — оглядова стаття. *Iran. Journal Public Health* 2015, 44, 1309–1321

3. Шарма, Р.Р; Редді, С.Р; Джалегар, М. Дж. Пакування плодів перед збором урожаю: корисний підхід для захисту рослин і покращення якості плодів після збору врожаю – огляд. *Й. Хортич. Sci. Біотехнологія*. 2014, 89, 101–113.

4. Кім, Ю.Х.; Кім, Н.Н; Юн, С.К; Квеон, С.Дж;Юнг, Х.Дж.; Лі, С.Н. Вплив пакувального матеріалу на забарвлення фруктів і якість персика «janghowon hwangdo». Acta Hort. 2018, 772, 81–86 с.
5. Шимізу, К.; Кавана, Т.; Отані, Т.; Міхіра, Т.; Фурукава, С. Мета-аналіз ефекту придушення пошкодження двошарового мішка для захисту плодів від пошкоджень плодів мушмули плодовими клопами та оцінка шляхом явного вирішення співвідношення шансів. Апл. Ентомол. Зоол. 2019, 54, 247–254 с.
6. Ліма, Дж.Д.; Енгелкінг, Е.В; Розан, Д.Е; Гомес, Е.Н; Сілва, Ш.Г; Клюге, Р.А. Вплив матеріалу для захисту пучка та часу укладання в мішки на врожайність банана та контроль охолодження. Aust. J. Crop Sci. 2020, 14, 574–580 с.
7. Хао, Ю.; Чжао, Ю.; Лю, К.; Лі, W. Вплив мікросередовища всередині фруктових мішків на структуру фруктової шкірки яблука. Acta Ecol. гріх. 2011, 31, 2831–2836 с.
8. Хамеді Саркомі, Ф.; Морадінежад, Ф.; Хаят, М. Передзбиральна упаковка впливає на сонячні опіки, розтріскування та якість плодів граната. Й. Хортич. Postharvest Res. 2019, 2, 131–142 с.
9. Шарма, RR; Редді, С.Р;Джалегар, М.Дж. Пакування плодів перед збором урожаю: корисний підхід для захисту рослин і покращення якості плодів після збору врожаю – огляд. Й. Хортич. Sci. Біотехнологія. 2014, 89, 101–113 с.
10. Ханал, Б.П.; Меконнен, С.Б.; Кнохе, М. Затінення впливає на силу руйнування та деформацію шкірки фруктів яблук. Sci. Hort. 2020, 274 с.

Максим РЯБИЙ¹⁶

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

СОНЯШНИКОВА ВОГНІВКА (*Homoeosoma nebulellum* Schiff.)

Анотація. Соняшникова вогнівка (*Homoeosoma nebulum* Schiff.) – це комаха, яка є шкідником соняшнику. Ця стаття розглядає біологію комахи та шкоду, яку завдає даний шкідник. Дослідження включають в себе особливості життєвого циклу, методи контролю та можливі стратегії для зменшення впливу цього шкідника на врожайність соняшнику.

Anotation. Sunflower nebula (*Homoeosoma nebulum* Schiff.) is an insect pest of sunflower. This article examines the biology of the insect and the damage it

¹⁶Науковий керівник: канд.с.-г. наук, ст. викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ Ніна Рудська.

causes. Research includes life cycle characteristics, control methods, and possible strategies to reduce the impact of this pest on sunflower yield.

Вступ. Соняшник – одна з найважливіших культурних рослин для сільськогосподарського сектора. Від нього залежить виробництво соняшникової олії, яка є важливим джерелом харчових жирів та сировини для промисловості. Однак ця рослина зазнає небезпеки від різноманітних шкідників, серед яких особливе місце займає соняшникова вогнівка.

Соняшникова вогнівка є одним із найнебезпечніших шкідників для соняшника. Дорослі жуки мають характерний вигляд з кольоровими відтінками від коричневого до зеленувато-сірого. Їхні личинки – гусіньки – живуть на рослині та завдають значних збитків сільськогосподарському виробництву. Знищення листя та квітів призводить до зменшення врожаю та зниження якості насіння. Це може вплинути на ціни на соняшкову олію та продукти, виготовлені на її основі. Даний шкідник є серйозною загрозою для соняшникового виробництва та вимагає постійного моніторингу та боротьби. Розробка нових методів захисту та співпраця між сільськогосподарськими виробниками та науковцями є ключовими способами для збереження цієї важливої культурної рослини.

Виклад основного матеріалу. Соняшникова вогнівка є поширеною в різних зонах вирощування, особливо в Лісостепу та Степу. Взагалі соняшникова вогнівка є мігруючим шкідником. Ця комаха розмножується протягом усього року у південних країнах, а потім, із зміною сезону, вона переміщується на північ разом із новими поколіннями молей. Ця міграція полегшується завдяки сезонним погодним умовам, які переважно настають серед літа, створюючи південні вітри, ідеальні для перенесення комах на великі відстані повітрям. Кількість мігруючих шкідників значно впливає на успішність розмноження ранніх поколінь. У сприятливих теплих умовах, міль може завершити покоління всього за 30 днів.

Даний метелик живиться не лише соняшник, а й рослини з родини айстрових. Його крила мають розмах 2–3 см. Передні крила метелика мають сірувато-жовте забарвлення з декількома чорними плямами. Гусениця цього метелика має розмір 1,6–1,9 см і зеленувато-жовте забарвлення з коричнево-червоними смугами. Цей метелик має лише одне покоління на рік, за винятком південних регіонів, де інколи може розвиватися друге покоління. Гусениці четвертого віку зимують у коконах в верхньому шарі ґрунту, і весною перетворюються в лялечку, яка тримається близько 2 тижнів. Метелики літають на початку цвітіння соняшника, і самиці відкладають від 1 до 4 яєць на квіти і плоди соняшника. Вони можуть відкладати велику кількість яєць – від 250 до 350.

Гусениця проходить ембріональний період розвитку тривалістю 5 днів, і починаючи з третього віку, вона проникає у сім'янки соняшника, споживаючи їх вміст. Крім того, гусениці живуть залишаючи ходи на листках та обплітаючи кошики павутинням. Гусениця може призвести до пошкодження рослин і

знищення кошиків, особливо при високій вологості або інтенсивних опадах. Це може призвести до загибелі великої частини рослин, зниження якості продукції та втрати врожаю, які можуть сягати 25% (рис 1).



Рис. 1 Соняшникова вогнівка та пошкодження гусеницею соняшника

Гібриди та сорти соняшнику, що мають витривалий «панцирний» шар на насінні, демонструють стійкість до пошкоджень від соняшничкової вогнівки під час періоду наливу насіння. Однак ці самі гібриди можуть бути вразливі до нападу молі від моменту цвітіння до утворення твердої насінневої оболонки.

Панцирний шар соняшнику – це оболонка навколо насіння, складена з декількох рядів міцних клітин, які містять тверду смолянисто-чорну речовину, відому як фітомелан. Для визначення рівня панцирності соняшнику в лабораторних умовах, беруть по 4 проби (кожна по 100 насінин) кожного гібрида. Ці проби поміщають у скляні стаканчики і заливають двоохромосірчаною сумішшю, яка складається з 85 частин насиченого двоохромосірного калію і 15 частин концентрованої сірчаної кислоти. Після 30 хвилин замочування, насіння виймають зі стаканчиків. Після такої обробки, панцирні сім'янки залишають своє темне забарвлення незмінним, в той час як сім'янки без панцирного шару стають білішими, оскільки їхні верхні шари втрачають свій колір. Потім проводять аналіз для кожної проби, визначають відсоток темних сім'янок і розраховують середній відсоток панцирності для кожного гібрида, використовуючи результати чотирьох проб. Високий відсоток панцирності свідчить про більшу стійкість гібрида до вогнівки.

Для успішного контролю над цим шкідником важливо регулярно спостерігати за станом полів і вчасно застосовувати інсектициди, якщо виявите його присутність. Головна мета – знищити дорослих особин і личинок на ранніх стадіях, перш ніж вони пошкодять квіти і зможуть призвести до грибкових захворювань. Дуже добре те, що молоді личинки метелика залишаються дуже чутливими до контактних інсектицидів хоч лише протягом короткого періоду, коли вони харчуються пилом, що розташованим на поверхні квіток соняшнику. Якщо кількість дорослих метеликів перевищує критичну точку, то оптимально проводити обробку інсектицидом тільки після того, як більшість квіток вже розцвіли і почали виділяти пилок. Більшість неуспішних результатів пов'язані з тим, що обробки були проведені пізніше, коли ця фаза вже минула.

Основна мета використання інсектицидів на ранніх стадіях – знищити самок молей, перш ніж вони відкладуть яйця, і також знищити молодих личинок, коли вони ще живляться пилком, до того, як вони глибоко проникнуть у кошики. У окремих випадках, ефективно обробляти рослини навіть на стадії відкриття крайових квітів. Діамідні інсектициди відрізняються тим, що вони не мають здатності вбивати дорослих комах шляхом контактного впливу, але є дієвими проти личинок. Слід уважно відслідковувати ситуацію після раннього внесення інсектицидів, оскільки може знадобитися додаткова обробка у разі значного підвищення популяції цього шкідника. Деякі агрономи вважають, що проводити профілактичні обприскування культур до фази R-5.1 є доброю ідеєю. Але перевагою системи моніторингу є можливість уникнути зайвих витрат і обробки, якщо кількість метеликів не досягла критичного рівня. Також це може дозволити відкласти обприскування до більш пізніх стадій росту рослин або зменшити кількість обробок. Обробка стає більш ефективною, коли препарат потрапляє безпосередньо на лицьові сторони квіткових кошиків після того, як ці квіткові диски розкриті або з'явилася значна кількість личинок. Найшвидший спосіб зробити це – це використовувати авіаобробку, летючи в східному напрямку, замість того, щоб робити перельоти вперед-назад над полем. Використання висококліренсного обприскувача для наземного обприскування, хоч і вимагає більше часу, дозволяє ефективніше застосовувати інсектицид з більшим обсягом води. Це забезпечує краще покриття, що, в свою чергу, призводить до отримання кращих результатів і більш високої окупності інвестицій у обробку інсектицидами.

Фосфорорганічні інсектициди залишаються активними трохи довше, ніж піретроїди, але піретроїди мають властивості відлякування від комах. Проте обидва ці види інсектицидів можуть швидко втрачати ефективність в умовах літньої спеки в Україні. Для оптимальної ефективності біопрепаратів їх слід наносити ввечері, коли спостерігається масовий розвиток гусениць, оскільки вони більш чутливі до цих препаратів на початкових стадіях життя. Важливо уникати прямих сонячних променів на біопрепараті після нанесення. Додавання синтетичного сурфактанта, такого як Сільвет Голд у дозі 100 г/га або інших покращувачів проникнення, може покращити розподіл препарату та його проникнення в рослину. Крім того, це допоможе запобігти змиванню біопрепарату дощем.

Ось ще кілька дієвих засобів для боротьби з шкідниками:

Престо – ефективний препарат, який знищує багато видів шкідливих комах, включаючи ті, що атакують соняшники. Він містить лямбда-цигалотрин та клотіанідин, які діють по-різному і забезпечують високу ефективність обробки полів.

Альфа Супер – засіб, який бореться зі шкідниками польових культур на основі альфа-циперметрину. Він не завдає шкоди рослинам при правильному використанні і є стійким до опадів.

Твікс – інсектицид, який швидко знищує шкідливих комах на різних стадіях розвитку. Він пригнічує ферменти в організмі комах і може бути

токсичним для бджіл, тому не рекомендується використовувати його під час цвітіння рослин.

Крім усіх вище сказаних способів та препаратів дієвим способом для боротьби із соняшnikовою вогніvкою є глибока зяблова оранка.

Висновок. У даній статті було розглянуто важливу проблему контролю за поширенням соняшnikової вогніvки. Вивчені методи боротьби з цим шкідником, такі як використання пестицидів, вирощування стійких сортів соняшнику та моніторинг стану посівів. Важливо підкреслити, що ефективний контроль соняшnikової вогніvки є ключовим елементом забезпечення високих врожаїв соняшнику та стабільності виробництва олії. Для подальших досліджень рекомендується вдосконалювати методи контролю та шукати нові шляхи боротьби з цим шкідником з урахуванням його розвитку та еволюції. Надзвичайно важливо продовжувати спільні зусилля фахівців, сільськогосподарських виробників та дослідників для забезпечення стійкості соняшникових посівів та збільшення виробництва соняшnikової олії.

Список використаних джерел

1. Rudska N.O. Influence of technological techniques and improvement of the system of protection of sunflower crops from weeds. *Colloquim-journal* 2021. Część 2. № 16 (103). P. 22–30
2. Нові дані щодо еволюцією європейської соняшnikової совки (*Homoeosoma nebulellum* Den. & Schiff.) у посіва соняшника на Південному Сході Румунії. <https://www.researchgate.net/publication/364307903> (04 2023].
3. Дем'янюк М. Захист соняшника від шкідників інсектицидами компанії «Сингента». 2019. Режим доступу: <https://www.syngenta.ua/news/sonyashnik/zahist-sonyashniku-vid-shkidnikov-insekticidami-kompaniyi-singenta>
4. Горновська С.В. Основні шкідники соняшника в умовах Степу України. *Карантин і захист рослин*. 2015. №9. С. 14–16.
5. Горновська С.В., Федоренко В.П. Шкідники посівів соняшника в Північному Степу України. *Захист і карантин рослин*. 2014. Вип. 60. С. 81–85.

Анастасія СВИСТУН¹⁷,
Студентка 2-го курсу,
Факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

СТЕБЛОВИЙ КУКУРУДЗЯНИЙ МЕТЕЛИК (*OSTRINIA NUBILALIS* Hbn.) – НЕБЕЗПЕЧНИЙ ШКІДНИК СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

***Анотація.** У статті наведений опис особливостей виду шкідника – стебловий кукурудзяний метелик (*Ostrinia nubilalis* Hbn.), її шкідливість для сільськогосподарських культур та методи боротьби з нею. На території України кукурудзяний (стебловий) метелик є одним з найнебезпечніших шкідочинних організмів на посівах кукурудзи. Через високу плодючість шкідника та його раціон, він став найбільшою проблемою для тих хто вирощує кукурудзу. Тому дана студентська робота містить конкретні пропозиції щодо обмеження їх чисельності з даним фітофагом.*

***Annotation.** The article describes the peculiarities of the corn stem butterfly (*Ostrinia nubilalis*), its harmfulness to crops and methods of controlling it. On the territory of Ukraine, the corn stem butterfly is one of the most dangerous pests on corn crops. Due to the high fecundity of the pest and its diet, it has become the biggest problem for those who grow corn. Therefore, this student work contains specific proposals for limiting the number of this phytophagous pest.*

Вступ. Найнебезпечнішим шкідником кукурудзи є кукурудзяний (стебловий) метелик (*Ostrinia nubilalis* Hbn.), чисельність якого залежить від метеорологічних умов, в яких шкідник розвивається. Найбільшої шкоди кукурудзяний метелик завдає в регіонах Північного Степу та Лісостепу, особливо західному. Серед територій особливого ризику – Вінницька, Полтавська, Черкаська та Харківська області. Клімат регіону дуже сприятливий для розвитку кукурудзяних метеликів, тому чисельність зимуючих та літніх генерацій цього шкідника залишається високою [3].

Шкода від кукурудзяного метелика полягає в тому, що ще в стадії гусениці шкідники знищують всі органи рослини кукурудзи, включаючи листя, стебла, качани та волоті. У пазухах стебел і качанів вони руйнують поживні речовини рослин, пережовують судинні пучки, викликають застій стебла.

За підрахунками, втрати врожаю кукурудзи через стеблового кукурудзяного метелика в середньому становить 12–15%, а в роки сильного зараження сягає до 25–50%. Наразі шкідник відкладає яйця в Лісостепову та Степову зону, а гусениці відроджуються та живляться в Степу [3, 4].

Важливість кукурудзи як однієї з найважливіших культур у світі неможна недооцінювати, оскільки вона має важливе значення в економічній,

¹⁷Науковий керівник: канд. с.-г. наук, ст. виклач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ Ніна РУДСЬКА.

продовольчій, технічній та екологічній точці зору. Кукурудза є однією з продовольчих культур у світі. Вона використовується для приготування кукурудзяних круп, борошна та інших продуктів, які становлять важливу частину харчування для людей у багатьох країнах.

Кукурудза є основним джерелом виробництва біопалива, зокрема еталону, це виробництво допомагає зменшити залежність від нафтових джерел енергії і зменшує викиди в атмосферу.

Виклад основного матеріалу. *Ostrinia nubilalis* Hbn. належить до родини Crambidae, ряду Lepidoptera. Метелик з розмахом крил 26–32 мм; передні крила самця коричневі з широкою світлою по зовнішньому краю і темною плямкою біля середини переднього краю. У самиць передні крила світліші. Світло-жовті або світло-коричневі. Гусінь довжиною до 25 мм, довгувата з темною смугою вздовж спини (рис. 1).

Комаха зимує у вигляді гусениці в рослинних рештках і стерні. Заляльковується в середині травня і виходить, прогризаючи отвір, через 10 днів лялечка перетворюється на метелика, їх масовий літ триває від кінця травня до початку липня. Одна самиця може відкласти до 300 яєць на нижній частині листя кукурудзи та інших кормових рослинах [2].

Гусениці першого віку обгризають черешки та стебла, пошкоджують качани кукурудзи, а також травмують качани, зариваючись в обгортку качана. У середньому віці гусениці прогризають ходи і відкривають порожнини стебла. Типовими ознаками пошкодження є буро-коричневе борошно, яке висипається із прогризенних отворів. Часто гусениці метеликів створюють ходи з отворами в середині стебла та живляться приховано. В пошкоджені качани проникають різні збудники хвороб, зокрема фузаріоз, що знижує посівні властивості зерна та його харчові якості.



Рис.1. Самиця та самець кукурудзяного стеблового метелика

Реєструють різні стадії розвитку стеблового метелика з метою розробки прогнозів щодо його поширення та чисельності, визначення методів та способів проведення захисних заходів та встановлення оцінки шкодочинності даного фітофагу.

Навесні на досліджуваній ділянці поля, де восени були виявлені зимуючі гусениці шкідника, у 20 місцях збирають не менше 100 решток стебел чи інших

пошкоджених частин даної культури, на облікових ділянках 1 м. Їх розрізають уздовж та підраховують живих та мертвих гусениць, щоб визначити фактичну кількість живих гусениць на 1 м².

Під час вегетації слід проводити облік щодо кількості пошкоджених рослин. На ділянках поля де візуально виявлено пошкодження метеликом, слід провести детальний облік. Для цього ми у 10 місцях, які розташовані рівномірно по ділянці, оглядаємо 10 рослин, щоб визначити кількість пошкоджених рослин. Щоб визначити кількість шкідників у цей період ми зробимо наступне, спочатку оглянемо 10 рослин з числа пошкоджених, оглядаючи листя і стебла, на яких відродилися гусениці, не розкриваючи їх, оскільки молоді гусениці живляться листям і вигризують заглиблення в стеблах (рис. 2). Після першої линьки гусениці обгризають головне стебло, а іноді й бічні гілки. Тому в цей період бажано стежити за гусеницями, розкриваючи стебла [Помилка! Джерело посилання не знайдено.].



Рис.2. Пошкодження стебла та качана кукурудзи гусеницею кукурудзяного стеблового метелика

Динаміку льоту та стан дозрівання метеликів визначають так само, як і для озимої совки. При виявленні самиць зі зрілими яйцями фіксують їх відкладання на рослинах. З цією метою обстежують по 5 рослин на 20 ділянках поля, таким чином, визначають відсоток заселення рослин яйцекладами та їх чисельність, що є основою для подальшого визначення розрахунків норми випуску трихограми. Кількість гусениць і ступінь пошкодження, яку вони завдають рослинам, визначають оглядом 100 рослин на 20 ділянках поля і підраховують отвори в стеблах і качанах. Пошкоджені стебла і качани розрізають і підраховують кількість гусениць. Якщо 10 % рослин кукурудзи заселені гусеницями із середньою чисельністю 1–2 на одну рослину, посів обробляють інсектицидами [Помилка! Джерело посилання не знайдено., Помилка! Джерело посилання не знайдено.].

Інсектициди стають необхідними, коли чисельність та шкодочинність фітофага перевищує економічний поріг. Вони ефективні в боротьбі як з дорослими комахами, так і проти личинок. При правильному використанні хімічні засоби здатні знешкодити до 90 % метеликів, що розмножуються на ділянці. Найбільш популярні та найефективніші хімічні препарати для боротьби з кукурудзяним метеликом – Кораген к.с., Кайзо в.г, Децис f-Люкс к.е., Карате зеон 050 CS. Механізм дії цих препаратів різний і застосовують їх теж по

різному. У багатьох випадках хімічні речовини розчиняють у воді у відповідній пропорції, наприклад, Децис f-Люкс к.е. [1].

Ефективність інсектицидів залежить від точного вибору часу обробки. Найвища ефективність досягається при обробці під час першого заселення стебла гусеницями, тобто через два – три тижні після початку льоту метеликів, або під час масової міграції. Для визначення цього часу слід використовувати феромони пастки або світлові пастки. Обробка інсектицидами буде неефективною, якщо застосовувати їх занадто рано. Обприскування найкраще проводити ввечері, коли рослини кукурудзи більш При виборі препарату слід також звернути увагу на такі його характеристики, як тривалість захисної дії та безпечність для корисної фауни комах. Вони зменшують кількість шкідників, особливо сисних шкідників, які є переносниками вірусних захворювань [4].

Кораген к.с. (хлорантраніліпрол) – це сучасний засіб, який забезпечує високоефективний контроль лускокрилих шкідників, таким чином, зменшує шкоду, завдану рослинам патогенами. Рекомендована норма внесення для боротьби з кукурудзяним метеликом становить 100–150 мл/га, але якщо бавовниковий і стебловий метелики зустрічаються одночасно, слід застосовувати не менше 150 мл/га.

Основна дія препарату відбувається при потраплянні даної речовини в шлунок комахи, а також через кутикулу, після потрапляння личинки стають слабкими та гинуть (впродовж 24–72 годин).

Кайзо в.г. (лямбда-цигалотрин) – інсектицид контактно-кишкової дії з репелентними властивостями для захисту сільськогосподарських культур від шкідників. Обробку даним препаратом слід проводити при досягненні популяцією шкідника економічного порогу шкідливості, оптимальний температурний діапазон для використання +10 °С+25 °С.

Децис f-Люкс к.е. (дельтаметрин) – формуляція препарату «спритна крапля» це інновація, яка підвищує ефективність клейового покриття листової поверхні рослини і забезпечує негайне проникнення в організм шкідника. Фаза внесення відбувається в період вегетації, рекомендована норма витрати даного препарату становить 200–300 л/га.

Карате 050 ЕС та Карате зеон 050 CS (лямбда-цигалотрин) – Піретроїдні інсектициди для захисту сільськогосподарських культур від комплексу шкідників. Карате зеон 050 CS має контактну та шлункову дію. Діюча речовина Карате Зеон 050 CS блокує нервові канали шкідника та швидко знищує його.

Біологічний захист. Одним із біологічних заходів захисту від стеблового кукурудзяного метелика є використання тихогам, так званих червоних черв'яків. Цей паразит відкладає свої яйця всередину яєць стеблового метелика. Потім личинки вилуплюються і поїдають яйця метеликів. Тому випуски трихограми слід проводити якомога ближче до періоду відкладання яєць. На великих полях личинки трихограми можуть бути розподілені вручну по посівах кукурудзи за допомогою карти, тоді як на великих площах використовується авіаційне обприскування.

Як уже згадувалось, на початку відкладання яєць шкідником та в період масового відкладання яєць випускають від 50 до 100 тис. самиць трихограми на 1 га. Оскільки період відкладання яєць у самиць кукурудзяного метелика становить 12–24 дні, випускати яйцеклади потрібно з інтервалом 5–6 днів (щонайменше тричі), оскільки час виживання яйцекладок становить 4–5 днів. Найбільшою перевагою є те, що випуск даного ентомофага не викликає забруднення навколишнього середовища або продуктів, що робить впровадження біологічних методів контролю найбільш фундаментальним способом поліпшення умов навколишнього середовища [4].

Висновок. Кукурудзяний (стебловий) метелик (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) є досить шкодочинним фітофагом, який завдає значної шкоди сільськогосподарським культурам, оскільки його личинки знищують стебла кукурудзи, зменшуючи їх врожайність. Існують різні методи боротьби з кукурудзяним стебловим метеликом, включаючи хімічну обробку, використання біологічних засобів контролю та впровадження стійких сортів кукурудзи. Ефективність заходів залежить від умов вирощування кукурудзита ступення заселення метелика в конкретній місцевості. Тому важливо і надалі проводити дослідження цього представника лускокрилих для того, щоб звести до мінімуму його шкідливий вплив на сільськогосподарські культури.

Список використаних джерел

1. Федоренко В.П. Шкідники сільськогосподарських рослин. Київ, 2018. 355 с.
2. Кукурудзяний стебловий метелик. Режим доступу: веб-сайт. URL: [https://lnzweb.com/pests/Ostrinia_nubilalis, Pyrausta nubilalis Hb.P.](https://lnzweb.com/pests/Ostrinia_nubilalis_Pyrausta_nubilalis_Hb.P) (дата звернення 13.09.2023 р.)
3. Кукурудзяний (стебловий) метелик. Шкода, способи захисту і боротьби в 2023: Режим доступу: веб-сайт. URL: <https://agroexp.com.ua/uk/chto-takoe-kukuruznyu-motylek> дата звернення (10.09.2023 р.)
4. Трибель С. О., Сігарьова Д. Д., Секун М. П., Іващенко О. О. Методики випробування і застосування пестицидів. Київ: Світ, 2001. 448 с.
5. Кукурудзяний (стебловий метелик): контроль та заходи захисту: Режим доступу: веб-сайт. URL: <https://dpss.gov.ua/news/uvaha-kukurudzianyi-steblovyi-metelyk-kontrol-ta-zakhody-zakhystu> дата звернення (10.09.2023 р.)
6. Rudska N. Influence of the protection system on limitation of the number of main pest in corn crops. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. Вип. 27 (4). С. 143–165. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-4-11

Іван СЕДОВ¹⁸,
Студент 2-го року,
Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ СЕПТОРІОЗУ (*SEPTORIA TRITICI*) НА ТРИТИКАЛЕ ПОСІВНЕ ТА МЕТОДИ БОРТЬБИ З НИМ

***Анотація.** У даній статті викладено матеріал про одну з найпоширеніших хвороб злакових культур, в особливості на тритикале посівному – септоріоз (*Septoria tritici* Rob. et Desm.). Його вплив на цю культуру, та методи боротьби з цим захворюванням.*

***Annotation.** This article presents material about one of the most common diseases of sickly crops, especially on triticale – septoria (*Septoria tritici* Rob. et Desm.). Its influence on this culture, and methods of combating these diseases.*

Вступ. Септоріоз – хвороба рослин, родини злакових. Збудником хвороби є гриб з роду *Septoria*, порядку *Sphaeropsidales*, класу *Deuteromycetes*. Вона впливає на всі органи рослини, зокрема листя, колоски та зерно. Симптоми септоріозу включають появу буруватих плям на листках, висихання та випадання колосків, а також зменшення якості зерна. Захворювання зустрічається в усіх частинах світу. Сприятливими умовами для розповсюдження цього гриба є підвищена вологість і прохолодна погода. Септоріоз вражає багато злакових (пшениця, ячмінь, жито, тритикале) озимих і ярих культур. Також зустрічається септоріоз сої, винограду і інших рослин, зокрема коренеплодів (морква).

Виклад основного матеріалу. Основними перешкодами на шляху до високих урожаїв, та стабільного приросту врожайності є шкідники, бур'яни та хвороби рослин. Недооцінка або не своєчасне втручання в дію цих природних факторів на майбутній урожай може призвести до 50–70 % втрат. Одним з таких факторів, які діють на території України є септоріоз. Щорічно, за даними обстеження центру фітосанітарного стану полів ця хвороба вражає від 20 до 45% обстежених площ. Цьому сприяє низка факторів. По-перше, декілька років підряд спостерігаються досить екстремальні умови осінньої посівної кампанії: посів у сухий ґрунт, нестача вологи на момент сходів озимих культур. По-друге, останні три роки на всій території України має місце так звана фізіологічна весна. Тобто, відбувається раннє поновлення вегетації, поступове зростання температури, різке її коливання протягом доби, весняні приморозки. Разом, усі ці фактори, дають чудове підґрунтя для розвитку септоріозу злакових культур.

¹⁸Науковий керівник: кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин. ВНАУ Олег Колісник.

Максимальний розвиток септоріозу спостерігається в період наливу зерна. На уражених листках, стеблах і колосі утворюються типові ознаками хвороби – поява спершу світлих, жовтих, світло-коричневих, інколи слабо виражених плям з темною облямівкою або без неї. У центрі плями або по всій її поверхні розташовані чорні дрібні пікніди. Уражене листя, як правило, всихає. Симптоми хвороби на сприйнятливих сортах з'являються ще восени, переважно на листках, які торкаються поверхні ґрунту. Плями на сходах кругліші і часто займають усю ширину листка. На них чітко видно чорні цятки – пікніди збудника хвороби. Найшвидше септоріоз розвивається від моменту поновлення вегетації тритикале посівного до фази появи прапорцевого листка. Фактично на фазі прапорцевого листка вказаний збудник закінчує свій цикл розвитку. Отже, розвиток хвороби починається з нижніх листків і поширюється рослиною догори [1].



Рис. 1. Некротична пляма на листовій пластинці тритикале

Збудники септоріозу злаків – 8–15 видів недосконалих грибів роду *Septoria* порядку *Sphaeropsidales*. На тритикале паразитують понад десять видів збудника, серед яких найбільш поширені та шкодочинні *S. tritici* і *S. Graminum* (переважно на листках і листових піхвах) та *S. nodorum* (на всіх надземних органах). На посівах виявлено також паразитування в сумчастій стадії трьох видів збудників септоріозу роду *Leptosphaeria* [2].

Спори збудника септоріозу тритикале посівного формуються в замкнених плодових тілах – пікніках, шаровидно-округлої форми, чорного кольору, діаметром 60–120 мкм. Конідії (пікноспори) нитковидні, безбарвні, дещо вигнуті, з заокругленими кінцями і 3–5 перетинками, трапляються також без перетинок або нечітко виражені. Розмір спор становив 30–65×1–2 мкм. Зимують збудники у вигляді міцелію, пікнід з пікноспорами на посівах злакових культур, не незаораних рослинних рештках[1].

Слід також відмітити, що хоч тритикале посівне стійке до вірусних і грибкових хвороб, а також до ряду інших захворювань, таких як борошниста роса, летюча і тверда сажки, септоріозу, слабо пошкоджується бурю іржею, але не своєчасне або навпаки ранньострокове оброблення відповідних хвороб інсектицидами, може призвести до серйозних втрат урожаю, що тягне за собою економічні збитки.

Методи обмеження поширеності хвороби. Агротехнологічні заходи діють тривалий час і сприятливо впливають на загальний фітосанітарний стан

агробіоценозу. Це відносно прості заходи, які, як правило, є невід'ємною складовою частиною технології обробітку ґрунту та догляду за посівами в період вегетації і дають змогу захищати урожай від комплексу шкідливих організмів без тотального застосування пестицидів. Захисна функція агротехнологічних заходів проявляється у запобіганні масовому розмноженню багатьох шкідників, обмеженні розвитку хвороб, знищенні бур'янів, а також у реалізації сортових властивостей, стійкості проти ураження паразитичними мікроорганізмами та конкурентоспроможності культурних рослин у використанні поживних елементів і вологи.

Крім того, агротехнологічні заходи забезпечують формування передумов високої господарської та економічної ефективності спеціальних, зокрема фітофармакологічних, заходів із захисту рослин у разі об'єктивної потреби їх проведення. Широкий діапазон впливу агротехнологічних заходів на продуктивність культури, а також динамічний характер їх використання залежно від конкретних метеорологічних умов року і фітосанітарного стану поля потребують компетентних рішень щодо застосування того чи іншого прийому.

Агротехнологічний метод потребує, як правило, додаткових затрат. Він незрівнянно більше, ніж інші методи, здатний змінювати в бажаному для людини напрямі екологічне середовище, від якого залежать розмноження і розвиток шкідливих організмів, а також їхніх природних ворогів. Головну роль у створенні несприятливих для життєдіяльності шкідливих організмів умов відіграють такі заходи: вирощування сільськогосподарських рослин у сівозміні, обробіток ґрунту, підживлення, зрошення, підготовка насіння, строки сівби [3].

Сівозміна. У разі надмірного насичення сівозміни однією культурою або монокультури підвищується шкодочинність збудників хвороб та шкідників. Монокультура вирощування зернових, зокрема тритикале посівного, збільшує шкодочинність комплексу збудників корневих гнилей, септоріозу, борошнистої роси, церкоспорельозу. Загальні втрати внаслідок цих хвороб збільшуються у 3–5 разів.

Підготовка насінного матеріалу. Надзвичайно велике значення для вирощування будь-якої культури є використання здорового насінного матеріалу. Вирішальна роль в оздоровленні насіння від інфекційних хвороб відіграє калібрування і відбір здорового насінного матеріалу, видалення плоского, малого за розмірами та пошкодженого насіння. Крім того, добре відсортований насінний матеріал забезпечує дружний розвиток сходів, сприяє підвищенню стійкості культурних рослин проти комплексу несприятливих чинників.

Система обробітку ґрунту в сівозміні. Розвиток більшості збудників хвороб, шкідників та бур'янів відбувається у ґрунті. Для зниження чисельності шкідників і хвороботворних організмів слід проводити зяблевий обробіток ґрунту.

Під час підготовки ґрунту під тритикале посівне рекомендується лущити стерню разом із збиранням хлібів, або зразу після нього. На падалиці

відбувається розвиток багатьох збудників хвороб: бурої іржі, борошнистої роси, септоріозу, корневих гнилей і інших. Тому через 10–20 днів після появи сходів падалиці проводять оранку на глибину не менш як 20–22 см, що спричиняє загибель шкодоцихних організмів.

Підживлення. Значною мірою на підвищення стійкості сільськогосподарських культур до дії хвороб має внесення мінеральних добрив, збалансованих за фосфором і калієм. Оптимальні норми цих добрив, як правило негативно діють на збудники хвороб, підвищують стійкість рослин до пошкодження. Фосфорно-калійні добрива затрудняють живлення шкідників і збудників борошнистої роси, септоріозу, корневих гнилей.

Строки і способи сівби. Одну з ключових ролей в обмеженні шкодоцихності шкідників мають строки сівби. Це помітно за ранніми строками сівби зимових сортів тритикале посівного, які призводять не тільки до переростання рослин і зниження їх зимостійкості, а й до надмірного розвитку фітофагів і хвороб. Для боротьби з цим необхідно обробляти такі посіви пестицидами. І навпаки, посів ярих сортів тритикале посівного дають змогу зменшити пошкодження шкідниками в 2–3 рази.

Догляд за посівами. Після сівби посіви рекомендують прикатати кільчасто-шпоровими котками.

Хімічні методи. До основного методу боротьби з грибними хворобами тритикале посівного відносять фунгіциди.

Фунгіциди – хімічні речовини, призначені для боротьби з грибними і бактеріальними хворобами рослин. Фунгіциди крім такої дії мають ще стимулювальну дію на ріст рослини, яку захищають. Тому при грамотному використанні фунгіцидів, крім захисту від хвороб, можна досягнути значного підвищення урожайності, за рахунок стимулюючої дії на рослину.

Проблемою застосування фунгіцидів на тритикале посівному, для боротьби з септоріозом, була відсутність таких препаратів в «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні». Тому аграріям довелось використовувати препарати, які підходили для обробки предків тритикале – жита і пшениці.[4]

До таких відносяться: Дерозал, 50% к. е., 0,5 л/га; Фолікур БТ, 22,5% к. е., 1–1,25 л/га; Бампер, 25% к. е., 0,5 л/га; Спортак, 45% к. е., 0,9 л/га; Рекс, 49,7% к. е., 0,4–0,6 л/га; Тілт, 25% к. е., 0,5 л/га; Тілт-преміум, 37,5% з. п., 0,33 кг/га.[3]

Така практика використання фунгіцидів, показала свою ефективність на практиці, яка згодом була доведена лабораторно, з урахуванням стійкості тритикале до деяких хвороб. Тому й надалі для аграріїв рекомендують використовувати препарати, які використовуються для захисту жита і пшениці.

На ранніх стадіях розвитку культури (фаза кушіння) краще застосувати препарати на основі діючої речовини пропіконазол. За умов ураження посівів комплексом хвороб застосовують фунгіциди на основі діючих речовин, таких як пропіконазол і ципроконазол (0,4–0,5 л/га).

У фазі виходу в трубку, з метою захисту посівів від септоріозу (у разі ураження рослин понад 5%, частих дощак із вітрами, високій вологості повітря і температурі 20–25 °С), а також у фазі колосіння-цвітіння обприскують посіви одним із рекомендованих фунгіцидів, наприклад, на основі діючих речовин пропіконазол, флутріяфол у поєднанні з карбендазімом тощо.[5]

За новітніми даними, для боротьби з септоріозом також рекомендують препарати: Альто 400 SC, Альто Супер 330 EC, Арчер, Байлетон, Бампер, Дерозал, Імпакт, Імпакт 25 SC, Корбель, Міраж, Паноктин, Раксил, Райдер, Рекс Дуо, Рекс Топ, Сістан, Спортак, Танго, Тілт 250 EC, Фолікур, Фолікур БТ, Фалькон.

Висновок. Отже, з урахуванням викладеного матеріалу і його аналізом, можна можна підсумувати що використання різних способів захисту тритикале посівного від септоріозу, є доцільним. Оскільки хоч і культура показує підвищену стійкість до різного роду хвороб, в тому числі і септоріозу, але постійна зміна умов клімату, постійна мутація і адаптація хвороб до цих умов, перевершують здатність культури до адаптації. Що і потребує використання заходів до боротьби з цими чинниками. Які в сукупності при правильному і доцільному використанні, дають нам можливість досягти високої продуктивності і економічної ефективності агроценозів.

Список використаних джерел

1. Білик М. О., Євтушенко Д. М., Марютін Ф. М. Захист злакових і бобових культур від шкідників, хвороб і бур'янів. 2015. С. 135–136.
2. Арешніков Б. А., Гончаренко М. П., Костоковський М. Г. Захист зернових культур шкідників, хвороб і бур'янів при інтенсивних технологіях. 1992. С. 82.
3. Субін В. С., Олефіренко, В. І. Інтегрований захист рослин. 2014. С. 14–19.
4. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. 2014. С. 209.
5. Борошніста роса та септоріоз – осінні небезпеки. URL: <https://agro-business.com.ua/ahraryni-kultury/item/594-boroshnysta-rosa-ta-septorioz-osinni-nebezpeky.html> (дата звернення: 13.09.2023).

Ярослав СОВІНСЬКИЙ¹⁹,
студент 2-го курсу,
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПОШИРЕНІСТЬ І ШКІДЛИВІСТЬ ЗАХІДНОГО КУКУРУДЗЯНОГО ЖУКА (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte.)

***Анотація.** Стаття присвячена дослідженню проблеми розповсюдження західного кукурудзяного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte.) та його впливу на врожаї кукурудзи. Зокрема, аналізується поширеність жука в різних регіонах, фактори, які сприяють його множенню, та методи боротьби із шкідником.*

***Annotation.** The article is devoted to the study of the problem of the spread of the corn beetle (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte.) and its impact on corn yields. In particular, the spread of the beetle in different regions, the factors that contribute to its multiplication, and methods of pest control are analyzed.*

Вступ. Кукурудза (*Zea mays* L.) є однією з ключових культурних рослин у світовому сільському господарстві. Вона забезпечує не тільки продовольство для людства, але і сировину для промисловості. Однак загрози, пов'язані зі шкідниками, можуть серйозно підірвати врожайність кукурудзи та створити економічні та екологічні проблеми для сільськогосподарських систем.

Один із найважливіших шкідників кукурудзи – це захіжний кукурудзяний жук (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte.). Цей жук є спеціалізованим фітофагом, який живиться листям та пилком кукурудзи на різних стадіях її росту. Його шкідливий вплив полягає не лише у втраті листя та зниженні площі фотосинтезу, але й у можливості передачі патогенних мікроорганізмів під час живлення.

Поширення кукурудзяного жука стає все більш актуальною проблемою в багатьох регіонах світу. Зростаючі популяції цього шкідника призводять до значних збитків в сільському господарстві через втрати врожаю, а також збільшення витрат на заходи з його боротьби.

Мета даної наукової статі полягає у вивченні поширеності кукурудзяного жука в різних регіонах, аналізі його впливу на врожайність кукурудзи та огляді методів контролю за цим шкідником. Дослідження цієї проблеми допоможе визначити обсяг загрози, яку представляє кукурудзяний жук, та розробити ефективні стратегії управління шкідниками для забезпечення стійкості виробництва кукурудзи. У наступних розділах статті буде розглянуто методологію дослідження, результати аналізу поширеності кукурудзяного

¹⁹Науковий керівник: кандидат с.-г. н., старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ Ніна Рудська.

жука, його вплив на врожайність та обговорено можливі шляхи боротьби з цим шкідником.

Виклад основного матеріалу. Західний кукурудзяний жук (*Diabrotica virgifera virgifera*) відноситься до родини Chrysomelidae і являється представником роду *Diabrotica* – обмежено поширений в Україні карантинний шкідник. З початку його ідентифікації в 20-му столітті, кукурудзяний жук поширився з Північної Америки в Європу та інші частини світу. Це поширення в основному було спричинено глобалізацією та комерційною діяльністю. Загальновідомим фактом є те, що він потрапив в наші краї з американського континенту і поступово тут «обживається». На даний час західний кукурудзяний жук (ЗКЖ) зареєстрований у ряді країн: Хорватії, Боснії і Герцеговині, Болгарії, Угорщині, Румунії, Німеччині, Словаччині, Швейцарії, Італії, Франції та Україні. Вперше на території України кукурудзяного жука було виявлено спеціалістами служби з карантину рослин Закарпатської області в 2001 році за допомогою феромонних пасток у прикордонній смугі в 7-ми населених пунктах Виноградівського та Берегівського районів.

Західний кукурудзяний жук зустрічається переважно в західних областях України, з періодичною появою трохи східніше. Ареал його розповсюдження щороку збільшується. Існують дані, що шкідник поширюється мінімум на 50 кілометрів на східніше щороку.

Діабротика є обмеженим поліфагом. Крім кукурудзи, жуки здатні вигризати вміст квітки і паренхіму листків гарбузових (огірки, гарбузи, кабачки, патисони тощо), також, у зарубіжних матеріалах є інформація про можливість живлення пиляками та листками інших злакових рослин, бобових, айстрових культур.

За рік з'являється лише одне покоління західних кукурудзяних жуків.

Шкодять дві стадії розвитку шкідника – личинка та імаго.

Імаго вигризають пиляки на волотях та нитки на приймочках маточок качанів. Вони пошкоджують зерно в молочній стиглості на верхівках качанів і «виїдають» паренхіму між жилками листків. При живленні жука на генеративних органах зменшується кількість зерен в качані, а в результаті цього падає врожайність. Кукурудзяний жук може передавати ряд патогенів, таких як віруси та бактерії, при живленні на кукурудзі.

Але основній шкоди врожаю завдає пошкодження коренів личинками. На ранніх стадіях заселення відбувається непомітно. Однак при сильному ураженні коренів на більш пізніх стадіях розвитку личинки, рослини вилягають, без зусиль висмикуються з ґрунту, стебло набуває форми «гусячої шиї». Для руйнування кореневої системи достатньо 25 личинок на рослину. Пошкоджене коріння набуває червонуватого або буруватого забарвлення і зазвичай уражується кореневою гниллю. Внаслідок сильного пошкодження коренів рослина гине. Після виходу з яйця личинки повинні відшукати коріння кукурудзи для живлення за виділеннями CO₂ (процес респірації – дихання), впродовж 24 годин, інакше загинуть.

Природним бар'єром для діабротики є клімат. Яйця західного кукурудзяного жука не витримують суворих морозів (лише короточасне охолодження до -10°C , але перебування за такої температури протягом місяця призводить до їх загибелі). За температури -15°C досить одного тижня для того, щоб яйця вимерзли.



Рис.1. Пошкодження західним кукурудзяним жуком листків, качанів та коренів кукурудзи.

Личинки виходять із яєць у травні – червні в період появи сходів кукурудзи та активного росту її коренів. За оптимальної для них температури (22°C) сумарний розвиток усіх трьох вікових стадій личинок триває 20–30 днів; за 29°C – 15 днів, а за температури ґрунту нижче 10°C і вище 30°C розвиток личинок припиняється.

Молоді жуки починають виходити з ґрунту в кінці червня або в I декаді липня. Вихід жуків триває до кінця серпня – початку вересня. Жуки живуть 5–6 тижнів, тому на кукурудзі їх можна виявити до кінця жовтня.

Як жуки, так і личинки шкідника можуть переносити збудників грибкових, бактеріальних та вірусних захворювань кукурудзи. Найбільше вони активізуються на тих полях, де відсутня сівозмінна.

Виявлення та облік кукурудзяного жука:

Найбільш простими і ефективними методами виявлення є облік дорослих жуків шляхом візуального огляду рослин після їх зацвітання і методика феромонних пасток. При використанні клейових феромонних пасток поріг шкідливості ЗКЖ досягається в тому разі, коли на 1 пастку за добу відловлюється 6 і більше жуків.

Симптоми заселення кукурудзяного поля при низькій чисельності жука виражені погано. Руйнування кореневої системи спочатку непомітно. Про заселення рослин можна судити по його ослабленню і відставанню в рості. В такому випадку, при невеликій чисельності і на ранніх стадіях заселення виявлення кукурудзяного жука можливо лише шляхом проведення розкопок і огляді коренів кукурудзи, де можуть бути виявлені личинки.

Методи контролю діабротики:

У першу чергу варто проводити агротехнічні дії, аби контролювати поширення шкідника, такі як:

- Не вирощувати кукурудзу більше 2 років на одному місці.

• Хімічний метод – обробка насіння системними інсектицидами протруйником класу неонікотиноїдів.

1) Ефективним агротехнічним заходом спрямованим на локалізацію і ліквідацію жука є сівозміна, що включає зернові, крім кукурудзи, багаторічні трави, конюшину, люцерну тощо. Поля кукурудзи, на яких виявлено первинні вогнища жука, переорюють після збирання врожаю і наступного року засівають іншими культурами. На цих полях забороняється висівання кукурудзи протягом трьох років. Застосування оранки, малосніжні та холодні зими зумовлюють глибше промерзання ґрунту і часткову загибель яєць шкідника.

2) Хімічний метод боротьби полягає в застосуванні проти личинок та дорослих комах інсектицидних препаратів. Для обробки насіння застосовують протравник Вітакс (8 л/т). Високоєфективними в боротьбі з імаго західного кукурудзяного жука є використання препаратів: Фостран (1,5 л/га), Фараон (1,5 л/га), Резонанс (2,5 л/га) та Оперкот Акро (0,2 л/га). Дані препарати необхідно застосовувати в ранішні та вечірні години коли шкідник найбільш активний і інтенсивно живиться.

Ефективність інсектициду залежить не тільки від норми препарату, але також від інтервалу часу між сівбою протруєного насіння і появою личинок шкідника. Оптимальний інтервал не має перевищувати 4–5 тижнів. За збільшення періоду від сівби до появи личинок діабротики понад 6 тижнів ефективність інсектицидного захисту істотно зменшується. Тому за ранньої сівби в роки з холодною весною інсектицидна обробка насіння може виявитися неефективна – личинки активізуються тоді, коли концентрація системного інсектициду в рослинах недостатня для отруєння шкідників, що гризуть коріння кукурудзи.

3) Біологічний метод захисту від кукурудзяного жука є більш екологічно чистим і сталим підходом у порівнянні з традиційними хімічними методами. Він пропонує довгострокове рішення проблеми шкідників, зменшуючи залежність від пестицидів і допомагаючи у створенні більш стійких агроecosystem.

4) Щорічне обстеження посівів кукурудзи маршрутно-візуальним методом і за допомогою феромонних пасток. Контроль за ввезенням насіннєвого матеріалу і товарних партій кукурудзи.

5) Скошування кукурудзи на силос і глибока оранка — як фітосанітарні заходи при виявленні нових вогнищ.

6) Заміна пізніх посівів ранніми, кращі терміни — до початку червня.

7) Використання рослин-принад і стійких сортів, що характеризуються високою регенераційною здатністю коренів і глибшим їх заляганням.

8) Обробка рослин пестицидами проти жуків.

Жоден із методів, використовуваних для контролю західного кукурудзяного жука, не забезпечує гарантований захист посівам кукурудзи. Тому цілком покладатися тільки на інсектициди або на стійкість вирощуваного гібрида не варто. Але комбінація декількох методів у єдину систему

інтегрованого захисту може бути надзвичайно ефективною, та не потребує додаткових витрат.

Висновок. Західний кукурудзяний жук (*Diabrotica virgifera virgifera*) є серйозним шкідником кукурудзи, який за останні роки активно поширюється територією України, особливо її західними регіонами. Його присутність в Україні викликає обґрунтовані стурбованість і підкреслює необхідність вжиття невідкладних заходів щодо контролю та обмеження його розповсюдження.

Діабротика вражає рослини на різних стадіях їх розвитку, призводячи до суттєвих втрат врожаю. Оскільки шкідник поширюється в основному на схід і має високу адаптивність до різних умов, прогноз щодо його подальшого розповсюдження в Україні не втішний.

Найефективнішим підходом до контролю за чисельністю кукурудзяного жука є комплексний підхід, що об'єднує традиційні та інноваційні методи боротьби. Особлива увага повинна бути приділена розробці та впровадженню біологічних методів захисту, які, на відміну від хімічних пестицидів, є безпечними для довкілля та сприяють створенню сталої агроecosистеми.

Для успішної боротьби з цим шкідником вкрай необхідно поєднання наукових досліджень, державної підтримки та активної участі аграріїв. Тільки спільними зусиллями можна запобігти серйозним економічним та екологічним наслідкам від активної діяльності західного кукурудзяного жука в Україні.

Список використаних джерел

1. Сікура ОА, Андреянова НІ, Бокшан ОЯ, Садляк АМ. Система моніторингу, прогнозування появи та розвитку західного кукурудзяного жука: методичні рекомендації. Ужгород : КП «Ужгородська міська друкарня». 2011. 44 с.
2. Станкевич СВ, Забродіна ІВ. Моніторинг шкідників сільськогосподарських культур : навч. посібник. Х.: ФОП Бровін О.В. 2016. 216 с.
3. Мацьків ТІ, Усатюк ЛІ, Мельник ПО, Панькевич ВС, Безменська ЛА, Галата ОМ. Фітосанітарна безпека України: Регульовані організми кукурудзи. Чернівці: Зелена Буковина. 2010. 176 с.
4. Сухомлін К, Коширець В, Зінченко М, Зінченко О, Білецький Ю. Сучасний стан популяції західного кукурудзяного жука *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae). Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Серія: Біологічні науки. 2019. №3(387). 72–80 с.
5. Прокоп'як МЗ, Безменська ЛА, Пальцан НМ, Голіней ГМ, Майорова ОЮ. Динаміка поширення західного кукурудзяного жука на Тернопільщині впродовж 2016–2020 рр. Карантин і захист рослин. 2021. №2(265).3–6 с.

Максим ТЕМЧЕНКО²⁰,
студент 32-А групи,
Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ ТА ПІДЖИВЛЕННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТАМИ НА ПРОЦЕСИ РОСТУ Й РОЗВИТКУ РОСЛИН СОЇ

***Анотація.** Розкриття максимального генетичного потенціалу закладеного у сортах можливо завдяки проведенню інокуляції насіння, обробки його суспензією мікроелементів та позакорневих підживлень хелатними мікродобривами в критичні періоди росту і розвитку рослини.*

Мета роботи полягала у підвищенні урожайності сортів сої скоростиглої і ранньостиглої групи шляхом визначення особливостей росту і розвитку рослин та удосконалення технологічних прийомів вирощування (інокуляція насіння та обробка його суспензією мікроелементів, позакореневого підживлення рослин у критичні періоди хелатними мікродобривами).

Для отримання урожайності сої понад 3 т/га необхідно проводити сівбу інокульованим насінням сорту Кіото препаратом Легум Фікс (2,5 кг/т) та обробкою насіння суспензією мікроелементів Вукса КоМо (1 л/т); проводити два позакорневих підживлення рослин сої хелатними мікродобривами Вуксал Мікроплант та Вуксал Кальцій Бор на 15 та 61 мікростадії розвитку рослин сої за шкалою ВВСН з нормою витрати препарату 1,5 л/га.

***Anotation.** Revealing the maximum genetic potential embedded in varieties is possible thanks to seed inoculation, its treatment with a suspension of microelements and foliar fertilizing with chelated microfertilizers during critical periods of plant growth and development.*

The purpose of the work was to increase the productivity of soybean varieties of the precocious and early ripening group by determining the characteristics of plant growth and development and improving the technological methods of cultivation (seed inoculation and its treatment with a suspension of microelements, foliar feeding of plants in critical periods with chelated microfertilizers).

To obtain a soybean yield of more than 3 t/ha, it is necessary to sow inoculated seeds of the Kyoto variety with the preparation Legum Fix (2.5 kg/t) and treat the seeds with a suspension of trace elements Vuksa KoMo (1 l/t); carry out two foliar fertilization of soybean plants with chelated microfertilizers Vuksal Microplant and Vuksal Calcium Boron at the 15th and 61st microstages of development of soybean plants according to the BBSN scale with a drug consumption rate of 1.5 l/ha.

***Вступ.** До однієї із важливих умов формування високої урожайності, в тому числі сої належить сорт, розкрити максимальний генетичний потенціал*

²⁰Науковий керівник: канд. с.-г., доцента Мазура О.В.

закладений у ньому можливо завдяки проведенню інокуляції насіння, обробкою його суспензією мікроелементів та здійснення позакореневих підживлень хелатними мікродобривами в критичні періоди росту і розвитку рослини. Оптимізація таких технологічних прийомів вирощування культури сприятиме формуванню високих і сталих врожаїв сортів. Також вивчення цих чинників дозволить оптимізувати процеси росту й розвитку для формуванню максимальної продуктивності культури.

Аналіз останніх публікацій. Важливою особливістю сої є її здатність до ендосимбіозу з азотфіксуючими суббактеріями – ризобіями. Завдяки азотфіксації, яка здійснюється в сформованих в симбіозі з ризобіями бульбочками, соя може, значною мірою, або навіть повністю задовольняти свою потребу в азоті (симбіотрофне живлення азотом). Дане явище знижує залежність рослини від наявності азотних сполук в дорогих і екологічно небезпечних азотних добривах [2].

Передпосівна підготовка до сівби займає чільне місце серед низки заходів, спрямованих на реалізацію генетичного потенціалу сучасних сортів сої інтенсивного типу [3]. Науковими даними встановлено, що у структурі витрат на вирощування сої частка посівного матеріалу становить 10–15 %. Тож, насінню, а надто його передпосівній підготовці, варто приділяти особливої уваги з метою отримання дружніх, рівномірних і здорових сходів із подальшою високою азотфіксуючою здатністю посівів [2].

Передпосівна бактеризація забезпечує «доставку» корисних мікроорганізмів «у потрібній кількості, в потрібний час, у потрібне місце». Розвиток інтродукованих бактерій відбувається в ризосфері рослин паралельно їх органогенезу [4]. Задля забезпечення комфортності мінерального живлення необхідно створити осередок домінування агрономічно–корисних бактерій у зоні коріння культурних рослин [5]. Адже саме мікроорганізми здатні перетворювати недоступні для рослин сполуки у ті «цеглини», з яких рослина «будує» свій організм [6]. Водночас, мікробні препарати, в складі яких є фізіологічно активні речовини бактеріального походження (своєрідні стимулятори росту, але не хімічні), активно впливають на розростання кореневої системи, формування збільшеної абсорбуючої площі, що загалом призводить до зростання ступеня використання діючої речовини добрив інокульованими рослинами.

Мінеральне живлення бобових культур, і сої зокрема, характеризується тривалим процесом споживання основних елементів, особливо азоту, фосфору та сірки. Також він тісно пов'язаний з процесом накопичення і використання рослинами фіксованого з атмосфери азоту. Мінеральне живлення рослин впливає на синтез вітамінів.

Важливими мікро- та мезоелементами для повноцінного розвитку та росту сої є азот, фосфор і калій, бор (В), молібден (Мо), цинк (Zn), а також залізо (Fe), марганець (Mn), мідь (Cu), кобальт (Co) та ін. [7]. Вони беруть участь у всіх фізіологічних процесах розвитку рослин, підвищуючи ефективність багатьох ферментів у рослинному організмі та покращують

засвоєння рослинами елементів живлення із ґрунту [8].

Найважливішими мікроелементами для сої є бор, молібден, кобальт. Бор необхідний рослинам упродовж усієї вегетації. За його нестачі особливо страждають точки росту молодих органів рослин, погіршується надходження азоту, порушується процес зав'язування і досягання насіння. Вносять бор на кислих і провапнованих ґрунтах за вмісту його рухомих сполук менш як 0,5 мг/кг ґрунту [9].

Молібден сприяє росту коренів, пришвидшує розвиток і стимулює діяльність бульбочкових бактерій. Він локалізується в молодих органах рослин, а наприкінці вегетації переважно зосереджується у насінні. Соя досить чутливо реагує на внесення молібденових добрив – приріст урожайності зерна становить 2-3 ц/га. Їх висока ефективність виявляється за вмісту молібдену на сірих ґрунтах – менш як 0,15 мг, на чорноземах і каштанових ґрунтах – 0,30 мг/кг [10].

Кобальт зосереджується у бульбочках бобових культур, що пов'язано з особливим його значенням у процесах азотфіксації. Кобальтові добрива застосовують за вмісту його у ґрунті менш як 1,5 мг/кг його рухомих сполук [11].

Методика проведення досліджень. *Схема* польового досліду передбачала проведення трифакторного польового досліду із встановленням закономірностей формування урожайності сортів сої від інокуляції насіння та позакореневих підживлень хелатними добривами який включав: Фактор А – Сорт: 1. Перлина, 2. Кіото. Фактор В – інокуляція насіння: 1. Контроль (без обробки), 2. Обробка насіння інокулянтном Легум Фікс. Фактор С – підживлення хелатними добривами: 1. Контроль (без підживлення), 2. Обробка насіння Вуксал КоМо (1 л/т), 3. Обробка насіння Вуксал КоМо (1 л/т) + Вуксал Мікроплант (1,5 л/га), 4. Обробка насіння Вуксал КоМо (1 л/т) + Вуксал Мікроплант (1,5 л/га) + Вуксал Кальцій, Бор (1,5 л/га). Обробка насіння та позакореневе підживлення проводили в 00, 15, 61 мікростадії розвитку рослин сої за шкалою ВВСН [12, 13]. Розміри дослідної ділянки – 40 м², облікової – 25 м². Повторність чотириразова, розміщення ділянок систематичне. Технологія вирощування культури – рекомендована для зони правобережного Лісостепу. Обліки проводили згідно загальноприйнятої у рослинництві методики [14].

Виклад основного матеріалу. Застосування інокуляції для підвищення врожайності сої може розглядатися за підвищення активності процесів азотфіксації. Ефективність цього технологічного прийому вирощування обумовлена тим, що бульбочкові бактерії здатні фіксувати азот. Завдяки здатності біологічно активних речовин забезпечується ріст та метаболічна активність рослин, а за відповідних технологічних прийомів вирощування – ще й відповідна ефективність бобово-ризобіального симбіозу (табл. 1).

Підживлення мікроелементами рослин сої забезпечувало підвищення фотосинтетичного потенціалу посівів.

Таблиця 1

Симбіотична діяльність посівів сої у фазу кінець цвітіння залежно від інокуляції насіння та підживлення, 2022 р.

Сорт	Варіант підживлення	Фази росту й розвитку			
		Кількість бульбочок, одиниць/рослин		Маса бульбочок, мг/рослину	
		проведення передпосівної інокуляції*			
		б і	і	б і	і
Перлина	Без підживлення (контроль)	12,5	24,6	141	277,6
	Обробка насіння Вуксал КоМо	17,7	30,1	199,7	339,5
	Обробка насіння Вуксал КоМо + Вуксал Мікроплант	18,3	32,3	206,4	364,3
	Обробка насіння Вуксал КоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	18,9	33,1	213,2	373,4
Кіото	Без підживлення (контроль)	13,7	35,7	181,9	402,7
	Обробка насіння Вуксал КоМо	18,4	40,3	207,6	454,6
	Обробка насіння Вуксал КоМо + Вуксал Мікроплант	19,1	42,7	215,4	481,6
	Обробка насіння Вуксал КоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	19,5	43,4	219,8	489,5

* примітки: б/і – насіння без інокуляції; і – інокульоване насіння.

Це покращувало забезпечення рослин пластичними речовинами, які приймають участь у біологічній фіксації азоту.

Найактивнішу симбіотичну продуктивність відмічено на варіантах із передпосівною обробкою насіння інокулянтном Легум Фікс та підживленням мікроелементами комплексними хелатами Вуксал Мікроплант та Вуксал Кальцій Бор на 15 та 61 мікростадії розвитку рослин сої за шкалою ВВСН.

Інтенсивність формування кількості бульбочок та їх маси у сортів сої залежало від фази розвитку рослин. Встановлено, що на початкових фазах росту та розвитку сої азотфіксація відбувалася менш інтенсивно. Пізніше активність суттєво підвищилася досягаючи максимальних показників під час цвітіння і наливу бобів із послідуєчим зниженням під час дозрівання.

Найвищі показники симбіотичної продуктивності відмічено у фазі цвітіння на варіанті з інокуляцією насіння Легум Фікс та за двократного внесення хелатних мікродобрив Вуксал Мікроплант та Вуксал Кальцій, Бор на

15 та 61 мікростадії розвитку рослин сої за шкалою ВВСН та обробки насіння Вуксал КоМО. Так кількість бульбочок на цьому варіанті склала 33,1 шт./рослину, а маса бульбочок 373,4 мг./рослину у сорту Перлина та 43,4 шт./рослину і 489,5 мг./рослину у сорту Кіото. Це вище ніж на контролі на 20,6 шт./рослину та на 232,4 мг./рослину у сорту Перлина та на 29,7 шт./рослину та на 307,6 мг./рослину у сорту Кіото.

Інокуляція насіння позитивно впливала на рівень урожайності насіння обох сортів сої, які вивчалися у досліді. Так, застосування інокулянта Легум Фікс сприяло підвищенню урожайності на 0,17 та 0,31 т/га на контрольному варіанті у обох сортів сої (табл. 2).

Таблиця 2

Урожайність сортів сої залежно від інокуляції насіння та підживлення мікроелементами, 2022 р.

Сорт	Варіант підживлення	Урожайність сортів сої, т/га	
		проведення передпосівної інокуляції*	
		б і	і
Перлина	Без підживлення (контроль)	1,75	1,92
	Обробка насіння Вуксал КоМО	1,9	2,07
	Обробка насіння Вуксал КоМО + Вуксал Мікроплант	2,14	2,33
	Обробка насіння Вуксал КоМО + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	2,36	2,58
Кіото	Без підживлення (контроль)	2,58	2,89
	Обробка насіння Вуксал КоМО	2,76	3,04
	Обробка насіння Вуксал КоМО + Вуксал Мікроплант	2,97	3,26
	Обробка насіння Вуксал КоМО + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	3,19	3,47

НІР₀₅: А-0,04; В-0,04; С-0,05; АВ-0,06; АС-0,1; ВС-0,11; АВС-0,13;

Підвищення урожайності сортів рослин відмічено на варіанті досліді, де було проведено передпосівну обробку насіння Вуксал КоМО, як без обробки інокулянтом так із його обробкою 1,9 та 2,07 і 2,76 та 3,04 т/га у сортів Перлина і Кіото відповідно. Це вище ніж на контрольному варіанті на 0,15 та 0,15 і 0,18 та 0,15 т/га.

Підвищення урожайності відмічено на варіанті, де було проведено обробку насіння Вуксал КоМо та позакореневі підживлення Вуксал Мікроплант на 15 мікростадії розвитку рослин сої за шкалою ВВСН і становила для сортів Перлина і Кіото – 2,14 та 2,33 і 2,97 та 3,26 т/га

Мікроплант відповідно. Це вище ніж на контрольному варіанті на 0,39 та 0,41 і 0,39 та 0,37 т/га відповідно.

Найвищий рівень урожайності відмічено на варіанті досліду, де було проведено дворазові позакореневі підживлення Вуксал Мікроплант та Вуксал Кальцій Бор на 15 та 61 мікростадії розвитку рослин сої за шкалою ВВСН та обробки насіння Вуксал КоМо, на варіанті із інокуляцією насіння у сорту Перлина – 2,58 т/га та у сорту Кіото – 3,47 т/га. Це вище ніж на контрольному варіанті на 0,83 та 0,89 т/га, відповідно.

Найвищий рівень урожайності відмічено на варіанті досліду, де було проведено дворазові позакореневі підживлення Вуксал Мікроплант та Вуксал Кальцій Бор на 15 та 61 мікростадії розвитку рослин сої за шкалою ВВСН та обробки насіння Вуксал КоМо, на варіанті із інокуляцією насіння у сорту Перлина – 2,58 т/га та у сорту Кіото – 3,47 т/га. Це вище ніж на абсолютному контролі на 0,83 та 0,89 т/га, відповідно. Як і найвищі показники економічної ефективності (прибуток та рівень рентабельності) у сорту Перлина – 16601 грн/га і 80,9 % та у сорту Кіото – 29506 грн/га і 143,9%. Це вище ніж на абсолютному контролі на 9567 грн/га і 42,5 %; 10437 грн/га і 39,9%, відповідно.

Список використаних джерел

1. Дерев'янський В. Три чарівні властивості сої. *Пропозиція*. URL: <https://propozitsiya.com/ua/try-charivni-vlastyvosti-soyi> (дата звернення: 11.08.2017 р.).

2. Бикін А. В., Генгало Н. О. Інокуляція насіння як спосіб оптимізації умов живлення сої. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2010. № 149. С. 117–125.

3. Каленська С. М., Новицька Н. В., Гарбар Л. А. Альтернативні способи передпосівної обробки насіння сої. *Агробіологія*. 2009. Вип. 1 (64). С. 148–152.

4. Темрієнко О. О. Фотосинтетична та насіннева продуктивність посівів сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 100. Т.2. С. 75–85.

5. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В. Вплив підживлення на симбіотичну активність сої. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 20 квітня 2018 р.). Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018. С. 19.

6. Гадзовський Г.Л., Новицька Н.В. Оптимізація технології вирощування сої в правобережному Поліссі України. Інновації у виробництві, зберіганні та переробці рослинницької сировини: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 50-річчю створення кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва ім. проф.

Б. В. Лесика та 120-річчю НУБіП України (Київ, 26–27 червня 2018 р.). Київ, 2019. С. 44–46.

7. Гадзовський Г.Л., Новицька Н.В. Урожайність та посівні якості насіння сої залежно від підживлення. Вплив змін клімату на онтогенез рослин: матеріали доповідей Міжнародної науково-практичної конференції (Миколаїв, 3–5 жовтня 2018 р.). Миколаїв. С. 101–103.

8. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В. Формування урожайності сої під впливом інокуляції та підживлення. *Миронівський вісник*. 2018. № 11. С. 113.

9. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В., Мартинов О. М. Вміст хлорофілу у листках рослин та урожайність сої за внесення хелатних мікродобрив. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 105. С. 34-39.

10. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В., Мартинов О. М. Урожай і якість зерна сої під впливом інокуляції та позакореневого підживлення. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 111. С. 44-49.

11. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В., Мартинов О. М. Фотосинтетична діяльність посівів сої на дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся. *Plant and soil science*. 2020. Vol. 11. №1. С. 5-12. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/agr2020.01.005>.

12. Калініченко В.М. Агроекологічне обґрунтування та моделювання впливу кліматичних факторів на урожайність та якість зерна сої в умовах центрального Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 03.00.16 – екологія. Житомир, 2005. 20 с.

13. Munger P., Bleiholder H., Hack H., Hess M., Stauss R., van den Boom T., Weber E. Phenological growth stages of soybean plant (*Glycine max L. Merr.*): codification and description according to the BBCH scale. *Journal of Agronomy and Crop Sciences*. 1997. № 179. P. 209–217.

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

Ivanna TKACH²¹,

2nd year student,

Faculty of Agronomy, Horticulture and Plant Protection,

Vinnitsia National Agrarian University

Vinnitsia, Ukraine

TREE DISEASES: HOW TO IDENTIFY THEM AND PROTECT FORESTS

Annotation. In this article, we investigated the relevance of the topic of tree and forest diseases. They described the problem itself and possible preventive measures to solve the problem directly. The estimated scale of the global problem

²¹Науковий керівник: Малик В. М. викладач кафедри Української та іноземних мов.

and the ways to combat it were found out.

Анотація. У цій статті ми досліджували актуальність теми хвороб дерев і лісу. Вони описали саму проблему та можливі профілактичні заходи для безпосереднього вирішення проблеми. З'ясовано передбачуваний масштаб глобальної проблеми та шляхи боротьби з нею.

Introduction. Enormous numbers and varieties of insects, fungi, bacteria, and viruses occur in forests and are adapted to live on or around trees. Many of these are beneficial, and even the destructive ones are usually held in check by their natural enemies or an unfavourable environment. The normal population levels of pest organisms result in limited reduction in tree growth or the total destruction of only a small number of trees in the forest. The losses are generally accepted by foresters as unavoidable and are tolerated as long as the annual destruction does not seriously affect the net annual increase in wood production.

Outline of the main content. Every part of a growing tree—root, trunk, bark, leaf, flowers, and seeds—is potentially subject throughout every stage of its life to attack by some harmful insect or fungus. Insects actually destroy more standing timber than does any other agent. Bark beetles, including species of *Dendroctonus* and *Ips*, are among the most destructive insects. They bore into the tree and feed just below the bark, where they create tiny channels that disrupt the flow of food to the roots, often killing the tree. Diseases frequently retard growth of trees and are less of a factor in mortality. A particularly destructive disease is caused by fungi that decay the wood of trees. The heartrot fungi gain entrance through any wound resulting from fire scars, broken limbs, or anything else that damages the tree's protective tissue. Were it not for heartrot, a large number of conifers and broad-leaved trees could be left to grow for many more years [1].

Insect and disease organisms accidentally introduced to forests from other parts of the world, known as invasive species, often develop serious epidemic conditions because of the lack of any natural control. Because of rapid global transportation, insects and fungal spores can be spread easily throughout the world and arrive in a healthy condition. The seriousness of the situation cannot be overestimated, and the enforcement and improvement of plant quarantine laws is essential. Typically disasters have arisen where quarantine has failed or has been imposed too late. The American chestnut, *Castanea dentata*, has been virtually wiped out by the chestnut blight fungus, *Endothia parasitica*, which does little harm to related trees in its native China. Elms have suffered severely, both in Europe and in the United States, from the elm disease fungus, *Ceratocystis ulmi*, which was first detected in the Netherlands and is carried from tree to tree by flying beetles. Minute aphids, probably introduced on living plants from Asia, now make it impossible to raise commercial crops of two conifers once valued in Britain, namely, the white pine, *Pinus strobus*, from New England, and the European silver fir, *Abies alba*, native to Switzerland [5].

Generally the healthier the forest, the more resistant it is to widespread pest attack. Overmature, weak, wind-thrown, and lightning- or fire-killed trees have little

or no defense against infestation and are a factor in the buildup of pest populations. Selective cutting of susceptible trees, thinning that accelerates growth, and other similar long-range forest management practices that stimulate vigorous tree growth are good methods for indirect control of insects and diseases. These practices reduce the host material and breeding grounds of pests that may spread to healthy trees. In regions with a high incidence of a known pest, foresters attempt to avoid serious trouble by planting only trees known to resist existing pests in the regions where the trees are grown. Many forest genetic programs have as a major goal the selection and breeding of trees with insect and disease resistances [3].

Occasionally the natural conditions that suppress the population of pest organisms change, and outbreaks in forests may reach epidemic proportions. Even-aged stands and plantations with trees of the same species and of uniform size and age often create perfect conditions for the rapid spread of insects and diseases. Even the more complex uneven-aged forests with their inherent check-and-balance systems can develop devastating populations of pests. At this point the forester must consider direct control measures. Because effective direct control of insects and diseases of standing timber is generally expensive, it is employed only when the potential mortality or loss in growth is extreme. Routine monitoring of insects and diseases allows foresters to schedule timely harvests of infested trees and to limit the spread of the problem to uninfested trees or areas. These sanitation and salvage harvests, coupled with piling and burning the limbs and branches left after logging, reduce the material and conditions that allow pest populations to develop. Traps baited with sex-attractant chemicals, or pheromones, are a promising method to reduce breeding populations of certain insects. Application of insecticidal or fungicidal sprays from the ground or from low-flying aircraft offer a short-term measure to check sudden plagues of insects or outbreaks of fungal diseases. Action has most frequently been taken against exceptional outbreaks of defoliating caterpillars, including those of the spongy moth in the United States, the nun moth in central Europe, and the pine looper moth in England. At the time of year when feeding caterpillars are most vulnerable, light aircraft fly across the forest on carefully planned courses, distributing pesticides [2].

A disadvantage of these blanket treatments by potent, broad-spectrum chemicals is that they also eliminate parasitic and predatory insects that serve as natural controls on the pest's numbers. They may also adversely affect birdlife and can contaminate waterways and affect aquatic invertebrates. In practice, large-scale chemical treatments of forests are infrequent and are restricted to a small proportion of the areas at risk. Generally, natural control through predatory organisms, which also cycle opportunistically in a slightly delayed sequence with the pest populations, combined with physical factors like cold winters, provides adequate checks. Biological control involving the release of predators or diseases of pests is promising in some situations. Less spectacular preventive measures are commonly taken as routine steps in practical forestry to lessen anticipated losses. Nursery stock, easily reached and

handled, may be grown in fumigated seedbeds and sprayed during production

so that uninfested and vigorous seedlings are planted in the forests. Prompt removal of logs from the forest to distant processing mills transfers beetles that may emerge from beneath the bark to areas where they can do no harm. Stumps of freshly felled conifers can be easily and cheaply treated by brushing on a fungicide to check the white root-rot fungus, *Fomes annosus*. This is a serious agent of decay that spreads underground through root grafts after gaining entry via the exposed surface of a felled stump [4].

Agroforestry is a practice that has been utilized for many years, particularly in developing countries, and is now widely promoted as a sustainable land-use approach that yields both wood products and crops. Trees and crops may be grown together on the same tract of land in various patterns and cycles. The trees may be planted around the perimeter of a small farm to provide fuelwood and to serve as a windbreak. The limbs and foliage may be removed periodically for livestock fodder. Trees also may be planted in rows that alternate with crops or they may be planted more densely with interplanting of crops until crown closure of the trees precludes further crop production. These practices are most extensively used as a part of subsistence agriculture, but their use in large-scale production systems is becoming more common. Urban forestry, which is the management of publicly and privately owned trees in and adjacent to urban areas, has emerged as an important branch of forestry. Urban forests include many different environments such as city greenbelts; street and utility rights-of-way; forested watersheds of municipal reservoirs; and residential, commercial, and industrial property. An important distinction between urban and rural forestry is that urban trees are more highly valued than rural trees and often receive expensive individual care and attention. Many professional foresters are trained to handle the special problems of urban trees and to foster the diverse benefits they provide [1].

It is important to identify tree disease as soon as possible to start its timely management and minimize losses. Remote sensing, specifically satellite monitoring, can help to detect the problem areas that are damaged, and particularly helpful to observe distant and hard-to-reach sites. The satellite images from EOSDA LandViewer below show the forest area damaged

by bark beetles, and how it spreads over three years without intervention. Pathology control depends on the causing agent and degree of severity. Some tree diseases pass without any serious harm, and for some of them, there is no treatment at all. So it is essential to diagnose correctly and then choose the proper action plan [2].

Managing forest becomes more convenient with a new product EOSDA Forest Monitoring by EOSDA. Check the health of the tree canopy with our new platform.

The most typical methods of tree diseases treatment and management include:

- Prevention. Fungicide leaf applications or trunk injections prior to bud burst. Besides, fresh-cut stumps should be sprayed to prevent fungi and bug infestations.
- Sanitation and removal. Most tree leaf diseases are not cured but require

foliage to be removed and destroyed in the fall to avoid further infections in the next season.

- Pruning. Cutting damaged parts is a common technique to stop branch disease spread. However, it is efficient only when non-vital areas are affected. If the trunk is infected, the whole tree should be logged. Pruning dense leaves also improves air circulation [5].

- Improving soil conditions. Plant susceptibility to infections depends on its overall health, so it is essential to improve soil fertility and minimize drought stresses or avoid excessive moisture to boost resistance. Healthy trees can often combat pathogens on their own.

- Biological control. Bark beetles spoil trees and carry pathogenic fungi. The introduction of biological enemies reduces their populations (e.g., birds, mites, flies, wasps).

- Chemical control. Spraying with fungicides, insecticides, etc., depending on the causing agent.

- Planting resilient species that tolerate and adjust to pathogens.

- Stand thinning and loose planting for better infection isolation.

- Reforestation delay to ensure the complete decay of the infection source [5]. Forests and orchards suffer from thousands of tree diseases peculiar to each species.

Some of them demand immediate treatment, and others have no cure at all. Any tree disease control, irrespective of its harm and severity, starts with proper monitoring. Further

observation is needed to assess the damage scope, track the disease development, and make appropriate decisions. Remote sensing is an efficient method to get credible information on the fly and facilitate the most adequate and timely response [2].

Conclusions. Tree disease control is among the major activities in forestry since forests suffer from multiple pathogens, nutrient deficiencies, and pest invasions. Any tree disease, regardless of the inducing cause, threatens forest health and impacts any related industry. From harvesting to environmental needs - tree pests and diseases are an ultimate nuisance for any business involved. Besides, healthy trees mean a healthy population, so common people are affected as well. In this regard, tree disease identification and treatment is a regular activity of foresters, benefiting all [].

References

1. BESSEY C. E. FOREST TREE DISEASES. *Science*. 1914. Vol. 39, no. 1017. P. 946–947. URL: <https://doi.org/10.1126/science.39.1017.946> (date of access: 20.02.2023);

2. Craig R. Hibben, Margery P. Taylor. Ozone and sulphur dioxide effects on the lilac powdery mildew fungus, *Environmental Pollution* (1970), Volume 9, Issue 2, 1975, Pages 107-114, ISSN 0013-9327. [https://doi.org/10.1016/0013-9327\(75\)90124-X](https://doi.org/10.1016/0013-9327(75)90124-X). (date of access: 21.02.2023);

3. Forestry - Insect and disease control. *Encyclopedia Britannica*.

URL: <https://www.britannica.com/science/forestry/Insect-and-disease-control> (date of access: 22.02.2023);

4. Hamelin R. C. Tree rusts. *Infectious forest diseases*. Wallingford. P. 547–566. URL: <https://doi.org/10.1079/9781780640402.0547> (date of access: 21.02.2023);

5. Rudolf Wegensteiner, Beat Wermelinger, Matthias Herrmann, Chapter 7 - Natural Enemies of Bark Beetles: Predators, Parasitoids, Pathogens, and Nematodes, Editor(s): Fernando E. Vega, Richard W. Hofstetter, *Bark Beetles*, Academic Press, 2015, Pages 247-304, ISBN 9780124171565. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417156-5.00007-1>. (date of access: 22.02.2023).

Богдан ТРУБИЦЬКИЙ²²,
студент 4-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПРЯДИВНОГО ЛЬОНУ В УКРАЇНІ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

***Анотація.** Льон вирощують переважно в умовах помірною клімату. Зростаючий попит на натуральні волокна, окрім бавовни, знову включив вирощування льону на порядок денний. Така ситуація зумовила необхідність проведення наукового дослідження щодо підвищення виробництва льону в Україні. В даній статті вказано проблеми та перспективи виробництва льону в Україні.*

***Ключові слова.** льон, волокна, олія, якість.*

***Annotation.** Flax is grown mainly in temperate climates. The growing demand for natural fibers other than cotton is putting flax growing back on the agenda. This situation led to conducting a scientific study on increasing the production of flax in Ukraine. This article shows the problems and prospects of flax production in Ukraine.*

***Key words.** flax, fibers, oil, quality.*

***Вступ.** Територія України знаходиться в умовах помірною клімату, що є сприятливо для виробництва льону. Як відомо, льон є найголовнішою сировиною в нашій країні для виробництва натуральних волокон.*

Слід наголосити на тому вагомому чиннику, що основною метою вирощування культури льону-довгунця є отримання волокон, котрі утворюються в його стеблах. Клітковина містить 20–30% волокнистих речовин.

²²Науковий керівник: к.с.-г.н., старший викладач кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур ВНАУ Шевченко Н.В.

Технічне стебло, частина від гіпокотилія до місця початку суцвіття, котра дає довге волокно, яке становить виробничий інтерес.

Варто зазначити, що лляне волокно є привабливим матеріалом з кількох причин: воно механічно міцне, біологічно розкладається та виробляється з відновлюваних ресурсів. Льон має високий вміст полі-ненасичених жирів, які корисні для здоров'я; регулярне вживання таких природних речовин у раціоні знижує рівень холестерину в крові та ризик ішемічної хвороби серця. Окрім цього льон використовують для виробництва текстилю та канатів.

Вирощування льону базується на двох основних факторах: географічні та кліматичні переваги та унікальний досвід. На рівні сільського господарства досвід, який передається з покоління в покоління, найкраще втілюється у співпраці виробників і сільськогосподарських підприємств.

Льняна промисловість об'єднує всіх зацікавлених сторін у цьому ланцюжку досконалості, створюючи магію, якої немає більше ніде у світі.

Від виробництва волокна до виробництва пряжі та тканини з високою доданою вартістю, європейський виробничий ланцюг льону живиться та посилюється великою кількістю інновацій, зокрема розробкою нових процесів виробництва текстилю для в'язання та інноваційних технічних застосувань. Відповідно в Європі надають велике значення вирощуванню натуральної сировини для виготовлення тканин, а це в свою чергу служить поштовхом для розвитку легкої промисловості. Тому і в Україні слід врахувати цей досвід, котрий позитивно вплине на цілий ланцюг у народногосподарському комплексі. Адже отримана натуральна сировина від сільськогосподарських підприємств, котрі вирощують льон потрапить до виробників тканин, а звідти до підприємств, які займаються пошиттям нижньої білизни, верхнього одягу. І в результаті такий ланцюг з однієї сторони сприятиме зайнятості населення, а з іншої сторони наситить ринок якісною натуральною продукцією та стане тим локомотивом, котрий надасть динамічного розвитку економіці України.

Метою даної статті є пошук шляхів підвищення виробництва льону в Україні та висвітлення проблематики та перспектив цієї діяльності.

Виклад основного матеріалу. Загально відомо, що функціонування вітчизняної галузі льонарства за останні роки експерти оцінюють як критичне: скасовано державну дотацію, що призвело до втрати льонарства; висока цінова диспропорція між вартістю факторів виробництва (добрива, паливно-мастильні матеріали, техніка, захисні засоби тощо) та вартістю продукції (трасти, насіння) у нових господарських та економічних умовах (приватні господарства) призвела до збитковості галузі; розірвані зв'язки між окремими ланками та підприємствами льонокомплексу; відсутність в Україні виробництва спеціалізованої техніки, необхідної для збиральних і післяжнивних робіт, обладнання для первинної обробки льону, дорожнеча іноземних технологій не сприяють переоснащенню галузі на новітні технології. Низька ефективність переробних цехів нині дозволяє отримати від загальної маси виробленого льоноволокна лише 25-30% типового льону, а відсутність льонокомбінатної

переробки сировини (льону) на товарну продукцію льонувиробників змушує споживачів шукати сировину за кордоном [1].

Льоноволокно становило лише 0,7% світового виробництва волокна. Проте занепокоєння забрудненням навколишнього середовища та глобальною зміною клімату спричинили значний тиск на промисловість і суспільство в цілому щодо зменшення впливу людської діяльності на навколишнє середовище, зокрема вуглецевого сліду, та мінімізації утворення відходів у всіх видах діяльності, включаючи виробництво та використання матеріалів. Очікується, що використання передових композиційних матеріалів на основі місцевого льону зробить значний внесок у вирішення цієї проблеми.

Важливим чинником, котрий слід врахувати при вирощуванні льону полягає в тому, що відбувається поновлення сівозміни кожні сім років, з середини березня до середини квітня, при цьому рослина льону виростає у висоту від 80 сантиметрів до 1 метра. Рослина льону, яка потребує низького рівня азоту, сприяє біологічній активності в ґрунті та покращує якість наступних культур на 20-30% (пшениці, картоплі, ріпаку тощо).

Необхідно врахувати той вагомий чинник, що агрокреативний льон можна знайти у всіх трьох основних сферах дизайну: 60% за обсягом використовується в моді, 30% в стилі життя та декорі інтер'єру і 10% в технічному застосуванні.

Як відомо, в Україні вирощують кілька культур, з яких найчастіше зустрічаються такі, як льон-довгунець та льон-кудрявець. При цьому серед усіх прядильних культур вагоме значення, як технічна культура, має льон-довгунець. Необхідно звернути увагу на той чинник, що значення льону-довгунцю зумовлюється насамперед продукцією, яку одержують в результаті переробки. Льон-довгунець служить сировиною для виготовлення такої продукції, як волокно, насіння і костриця.

На даний час будівельна галузь поступово починає розвиватися. Це значить, що будівельні матеріали починають користуватися все більшим попитом. Звідси слідує, що необхідну сировину для виготовлення будівельних матеріалів можна отримати з костриці, яку отримують від переробки льону-довгунця. Сировина, котра отримана з льону-довгунця (костриця) використовується для виготовлення тепло- і звукоізоляційних матеріалів, картону, ацетону, а також плит для меблевого виробництва та будівництва. Саме тому перспектива вирощування льону в Україні має велике значення, адже сировина, котра отримана після переробки використовується для виробництва у різних галузях економіки нашої країни.

До початку 2022 року в Україні було всього три області, в яких аграрії займалися вирощуванням льону: Сумська, Житомирська та Чернігівська. Площі на котрих вирощується льон є занадто малими, для того, щоб зібрати такий урожай, котрий би був у стані задовольнити всезростаючі потреби різних галузей економіки країни.

Із вище вказаної проблематики виробництва льону додалася і ще одна дуже неприємна та важка проблема, котра спричинена повномасштабною

війною через агресію росії. Слід зазначити, що внаслідок воєнних дій – економіку країни необхідно перепрофілювати на воєнні рейки. Хоча і тут вирощування льону виглядає як дуже важлива і необхідна сировина, з котрої шиють одяг для військовослужбовців Збройних Сил України, виготовляють канати, різні захисні споруди. Все це дуже необхідно та конче потребують наші захисники. Не секрет, що велику кількість літнього та зимового обмундирування Україна замовляє закордоном. Це ще один чинник, котрий свідчить про те, що вирощування льону та отримання в подальшому необхідної сировини для швейної промисловості дасть можливість розвинути текстильну промисловість, швейну. Звідси і створення нових робочих місць, а також відрахування у бюджет країни чималих коштів [2].

Слід наголосити на тому, що на сьогоднішній день в Україні внутрішнє споживання льону і його подальша переробка на промислових підприємствах є незначною. При цьому, як це не прикро визнавати – не популяризується здорове харчування, обов'язковим елементом якого є льон. На превеликий жаль оліє-жирові комбінати також не займаються подальшою переробкою насіння льону. Відповідно для здійснення переробки такого насіння потрібно сформувані відповідні запаси сировини для забезпечення безперервної роботи технологічних ліній. А саме через це, щоб забезпечити сировиною ці підприємства для їх стабільної роботи у довгостроковій перспективі потрібно збільшити площі посіву і вирощування льону. І тоді підприємства з однієї сторони отримають таку необхідну їм сировину, а сільськогосподарські виробники, котрі займаються вирощуванням льону, отримають перспективу ведення своєї діяльності.

Загальновідомо, що переробкою льону в Україні займається незначна кількість переробних підприємств. Серед них найбільшими обсягами відзначаються Ніжинський і Чернігівський жиркомбінати, «Агросільпром» та підприємство ТОВ «Факторія». А тому для сільськогосподарських підприємств, котрі вирощують льон – найперспективніший спосіб організації переробки – це співпраця з малими підприємствами, адже вони більш мобільні та здатні активно реагувати на зміни, котрі відбуваються на ринку [3].

Ще одним важливим чинником, котрий визначає перспективи вирощування льону є експортна складова. Так, для олійного льону є можливість вийти на ринок Європейського Союзу (ЄС). Як відомо, ЄС щороку імпортує близько 900 тис. т цієї культури. Основними постачальниками в ЄС є такі країни, як Казахстан та Канада – до 180-190 тис. т кожна. І тут для сільськогосподарських підприємств України, котрі займаються вирощуванням льону відкриваються широкі перспективи виходу на цей привабливий ринок. За прогнозами ринкових експертів світовий попит на льон буде зростати. Оскільки передбачається, що його ринок в США та Канаді (найбільших світових виробниках) в період до 2025 року збільшиться до \$320 млн.

Важливо звернути увагу на те, що вирощування льону має велику кількість переваг:

- можливість вирощування льону в різних природно-кліматичних зонах України;

- стійкість цієї культури до посухи. Як відомо, коренева система льону характеризується безперервним ростом у глибину, котрий триває майже до кінця вегетації. Завдяки цьому льон засвоює вологу із глибших шарів ґрунту і при цьому краще витримує посуху порівняно з іншими культурними рослинами;

- ще однією властивістю льону є його зручне вирощування у сівозміні. Олійний льон є альтернативною культурою ярому ріпаку та соняшнику за вирощуванням у сівозмінах. Його короткий вегетаційний період сприяє тому, щоб збирати льон наприкінці липня і використовувати його як корисного попередника для озимих зернових;

- він також відзначається високою стійкістю до обсіпання та вилягання;

- льон характеризується простою технологією вирощування та стійкістю до хвороб і шкідників;

- льон є дуже невибагливим до ґрунтів. Для вирощування льону надаються як супіщані, так суглинисті ґрунти. Не секретом є те, що посіви льону здійснюються там, де є можливість проводити багатопільні сівозміни. Для льону є найсприятливішими попередниками озима пшениця, ячмінь, овес, зернові бобові культури та просапні. Слід врахувати, що поле після цих вказаних культур залишається чистим від бур'янів. Варто наголосити на тому, що для зменшення пошкодження білковою борошковою мухою після капустяних культур. Необхідно також пам'ятати про те, що не можна сіяти льон олійний після соняшнику, ріпаку та рицини через сильне засмічення посівів падалицею цих культур. Потрібно врахувати той вагомий чинник, що особлива увага постійно приділяється дотриманню загальноприйнятого інтервалу 5-6 років між посівами льону на одній земельній ділянці [4].

Доцільно наголосити на тому, що показникам економічної ефективності льонарства притаманні властивості, котрі в свою чергу пов'язані з тим, що льон є одночасно як прядильною, так і олійною культурою і дає кілька видів продукції, а саме такі види продукції: насіння, соломку, тресту. Відповідно це умовляє багатостадійність технології виробництва продукції, котру отримують при виготовленні з льону. Важливо визначити необхідність економічної ефективності виробництва кожного окремо взятого виду продукції, котра виготовлена з льону на різних стадіях виробничого процесу.

Слід взяти до уваги те, що рівень економічної ефективності вирощування льону формується під впливом багатьох різноманітних чинників та умов, які в реальних умовах переплітаються, і зумовлюють при цьому доповнення один одного. Як відомо, до найважливіших чинників належать наступні: технологія, спеціалізація, концентрація виробництва, організація праці, а також економічний механізм господарювання. Потрібно врахувати те, що залежно від рівня реалізації продукції, котру виготовлено з льону вказані чинники можна поділити на внутрішньогосподарські, зовнішньогосподарські, галузеві та міжгалузеві [5].

Доцільно взяти до уваги те, що при розміщуванні льону у сівозміні необхідно враховувати той чинник, що він погано витримує часте повернення на попереднє місце. Внаслідок цього це спричинює втому льону. При цьому урожайність і якість льону різко знижуються, а іноді він навіть гине через значне накопичення у ґрунті патогенів – збудників фузаріозу, антракнозу і поліспорозу.

Висновок. Отже, проблема виробництва льону стоїть сьогодні гостро як ніколи. З однієї сторони вимальовуються значні перспективи для виробників цієї культури. Це відбувається тому, що у світі спостерігається тенденція до використання та споживання натуральних продуктів. Саме тому виробники натуральних продуктів та сировини отримують значні ринки збуту. З іншої сторони собівартість вирощування льону, наявність значних земельних ділянок для проведення сівозмін та налагодження виробництва льону на довшу перспективу часто стають на заваді налагодженню стійкого і стабільного механізму для вирощування цієї сільськогосподарської культури.

Потрібно врахувати те, що збирання льону є дуже відповідальним, а також трудомістким процесом. При вирощуванні льону припадає понад 60% матеріальних і трудових затрат. Як відомо, зниження витрат у цей період є одним із вагомих чинників, котрий у значній мірі впливає на зниження собівартості продукції з льону.

Отож, дуже важливо запровадити комплекс заходів в Україні, котрі б сприяли підтримці виробників льону. Це саме та галузь, котра здатна не тільки прогресувати на внутрішньому ринку, але й завойовувати зовнішні ринки в цілому світі.

Список використаних джерел

1. Губенко Л.В., Любич О.Я. Вплив системи удобрення на урожай і якість насіння льону олійного. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»* Вінниця: ТОВ «Твори», 2020. Вип. 1-2. С. 53-60.

2. Коваленко О., Гамаюнова В., Хоненко Л. Стан та перспективи вирощування льону олійного. Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату: збірник наукових праць всеукр. наук.-практ. конф. (15-16 червня 2017 р., м. Кам'янець-Подільський. Тернопіль: Крок, 2017. С.97-99.

3. Рудік О. Л. Вплив агрозаходів на формування врожаю та якість насіння льону олійного. *Agrology*. Vol. 2. No 3. URL: <http://ojs.dsau.dp.ua/index.php/agrology/issue/view/40> (дата звернення : 18.10.2018 р.).

4. Рудік О. Л. Еколого-кліматичні закономірності та перспективи поширення льону олійного в Україні. Інноваційні технології у рослинництві : проблеми та їх вирішення : матер. міжн. наук.-практ. (Житомир, 7-8 черв. 2018 р.). Житомир: ЖНАУ, 2018. С. 147-152.

5. Шувар А. М. Продуктивність сортів льону олійного за різних строків сівби. Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні:

теорія і практика: II міжнародна наукова інтернет-конференція. Тернопіль, 20 листопада 2020. Тернопіль: ЗУНУ, 2020. С. 2012-2014.

Маріна ФУРНІК²³,
студентка 3 курсу навчання,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВИРОЩУВАННЯ ЛАВАНДИ, АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ В ПОБУТІ

Анотація. У статті досліджується процес вирощування лаванди та аналізується її використання в побуті на основі наукових досліджень та практичного досвіду. Розглядаються ключові аспекти вирощування лаванди та способи використання її продуктів.

Ключові слова: лаванда, вирощування, побут, ароматерапія.

Abstract. The article examines the process of growing lavender and analyzes its use in everyday life based on scientific research and practical experience. The key aspects of growing lavender and how to use its products are considered.

Key words: lavender, cultivation, everyday life, aromatherapy.

Постановка проблеми. У наш час зростає попит на натуральну рослинну сировину та ефірну олію лаванди. Вирощування цієї культури є економічно вигідним. Оскільки територія Південного Степу України придатна за природними умовами для вирощування перспективних ефіроолійних рослин, зокрема, лаванди, питання про їх культивування становить значний науковий і практичний інтерес. Проте, несвідоме та неефективне вирощування лаванди може призвести до проблем як для виробників, так і для споживачів. До цього моменту існує потреба у систематичному аналізі оптимальних методів вирощування лаванди, а також вивченні широкого спектра можливостей її використання в побуті для максимізації користі та ефективного використання цієї чудової рослини. Тому актуальним завданням є визначення оптимальних практик вирощування лаванди та розгляд аспектів її використання для побутових потреб.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Українські вчені активно займаються вивченням лаванди та розробкою методів її вирощування та використання. Вагомий внесок у розвиток цієї галузі привнесли О. Кострецький, О. Кушнір, Л. Бойко, В. Гроза, Р. Кременчук, В. Гусев, Т. Манушкіна. Ці вчені та багато інших спеціалістів в Україні продовжують

²³Науковий керівник: к.с.-г.н., старший викладач кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур ВНАУ Шевченко Н.В.

досліджувати лаванду, сприяючи її розвитку та використанню в різних галузях, включаючи сільське господарство, медицину та ароматерапію.

Мета цієї статті полягає у розгляді вирощування лаванди як важливої ароматичної та лікарської рослини, а також аналіз її різноманітних використань у побуті та господарстві. Ми ставимо за мету дослідити історію

та значення лаванди, розкрити її сезонні особливості, а також проаналізувати, чому люди вирощують цю рослину та яку користь вона приносить як для людини, так і для навколишнього середовища.

Виклад основного матеріалу. Вирощування лікарських рослин є високоприбутковою галуззю завдяки постійно зростаючому попиту на цю продукцію. Загалом рентабельність вирощування лікарських рослин завжди в кілька разів перевищує рентабельність вирощування зернових. Основним напрямком використання лікарських рослин є виробництво натуральних лікарських засобів. Найбільшими постачальниками лікарських рослин в Україну є Німеччина, Індія та Пакистан.

Лаванда - одна з провідних ефіроолійних рослин не тільки в Україні, а й у світі. Натуральні ефірні олії та ефіроолійна сировина використовуються в багатьох галузях вітчизняної промисловості та медицини. Крім того, лаванда є цінним медоносом і популярною декоративною рослиною.

Збір дикої лаванди практикується у Франції з 12 століття. Перші спроби створення полів дрібнолистої лаванди для виробництва олії в герцогстві Бургундія відносяться до 14 століття; в першій чверті 13 століття рослина згадується як лікарський засіб і широко культивується в Англії з 1568 року; з кінця 16 століття лаванду вирощують у багатьох країнах Західної Європи. Її вирощували в багатьох ботанічних садах Західної Європи, а також у невеликих масштабах для фармацевтичних та аматорських цілей. У 17 столітті лаванду інтенсивно збирали, особливо у Верхньому Провансі, що завдало великої шкоди бджільництву.

До середини 19 століття ефірна олія та суцвіття лаванди широко експортувалися за межі Південної Європи. Попит на сировину для легкої та харчової промисловості вже не міг бути задоволений за рахунок дикорослих рослин, і перші промислові плантації цієї культури з'явилися у Франції в 1890 році. Культивування лаванди в великих масштабах почалося в 20-ті роки минулого століття у Франції, згодом лаванду почали вирощувати в Італії, Іспанії, Югославії, Німеччині, Угорщині, Болгарії, Чехії, Румунії, США, деяких країнах Азії [1, с. 9]

Лаванда - багаторічна рослина з протиерозійними властивостями, яку можна вирощувати на еродованих, менш родючих або кам'янистих ґрунтах. Вирощування лаванди також має позитивні екологічні переваги, такі як збільшення біорізноманіття в агроєкосистемах, очищення повітря від патогенних бактерій завдяки виробництву ефірних олій з антисептичними властивостями та використання її як цінного медоноса. Сьогодні попит на натуральну рослинну сировину та ефірну олію лаванди зростає. Вирощування цієї культури є економічно вигідним.

Розробка технологій вирощування лаванди в різних ґрунтово-кліматичних умовах має наукове і практичне значення, оскільки дозволяє швидко виводити нові сорти, отримувати здоровий племінний садивний матеріал, сприяти впровадженню нових сортів у виробництво та інтенсивному розмноженню унікальних генотипів для підтримки селекційних програм. Важливим є вивчення морфологічних і біологічних особливостей та продуктивності лаванди з метою інтродукції її до природно-кліматичних умов, характерних для півдня України з його посушливими явищами та помірно-континентальним кліматом. Лаванда - рослина південного клімату, світлолюбна, посухостійка і теплолюбна, але при дії екстремально низьких для зони Південного Степу України температур (порядку $-25-30$ °C), спостерігається пошкодження тканин рослин. [2, с. 210]

Використання дикорослих популяцій лаванди як лікарської та ароматичної рослини відоме ще з римських часів. Як культурну ароматичну та лікарську рослину лаванду вирощують у південній та південно-західній Європі з кінця 16 століття. [3, с. 32]

У всьому світі популярність натуральних лікарських засобів зростає з кожним роком, як у фармацевтичній промисловості, так і в інших секторах (косметичній, харчовій та інших галузях). Попит на лікарські рослини з боку фармацевтичних компаній щороку зростає на 20-25 відсотків, і попит на рослинну сировину вже значно перевищує поточну пропозицію. Хоча виробництво лікарських рослин, таких як лаванда, в Україні наразі не має великих масштабів, її популярність зростає завдяки багатофункціональному використанню в різних сферах. Найпопулярнішим способом збуту лаванди в Європі є продаж лавандової ефірної олії.

Сьогодні лаванда вузьколиста продовжує широко культивуватися в усьому світі для виробництва лавандової ефірної олії, основними компонентами якої є ліналілацетат, ліналоол і гераніол. Ефірна олія лаванди використовується в парфумерній, косметичній та медичній промисловості і активно застосовується у виробництві парфумів, туалетної води, шампунів, дезодорантів та мила. Вміст ефірної олії у свіжозібраних суцвіттях лаванди тонколистої коливається в межах 0,6-4,0%, але іноді може досягати 11%, порівняно з повністю висušеним суцвіттям.

Лаванда має широкий спектр використання, і її властивості роблять її популярною не лише в галузі краси та здоров'я, але й у повсякденному житті та сільському господарстві. Найпопулярніші галузі застосування лаванди:

1. Ароматерапія. Виробництво ефірних олій для ароматерапії.
2. Косметика. Додавання лаванди до мила, кремів, лосьйонів та інших косметичних засобів.
3. Медицина. Використовується в лікарських цілях для заспокоєння та полегшення симптомів.
4. Гастрономія. Додавання сушеної лаванди до страв та напоїв, таких як чай чи десерти.

5. Ароматизатори. Виробництво ароматизаторів для гардеробу та приміщень.
6. Саше. Саше з сушеною лавандою для ароматизації гардеробу.
7. Ароматичні масла. Виробництво ароматичних масел для масажу та ароматерапії.
8. Лавандова вода. Використовується як тонік для обличчя, заспокійливий засіб для шкіри.
9. Спальні засоби. Додавання лавандового аромату в подушки для кращого сну.
10. Спорт та фітнес. Додавання до засобів для зняття м'язового напруження та полегшення стресу.
11. Ароматизація приміщень. Використовується як ароматизатор для створення приємної атмосфери вдома.
12. Природний репелент. Виробництво природного репеленту для відлякування комах.
13. Засіб для релаксації. Використовується в ваннах та ароматичних масажах для розслаблення.
14. Кулінарія. Використовується як спеція та ароматизатор для страв.
15. Виробництво напоїв. Додавання лаванди до чаю, лимонадів, коктейлів.
16. Сувеніри. Виготовлення лавандових сувенірів, таких як мішечки та лавандові масляні лампи.
17. Фармацевтика. Використовується для виробництва лікарських препаратів та трав'яних ліків.
18. Засіб для відпочинку та спа-процедури. Виробництво засобів для відпочинку та спа-процедур.
19. Садівництво. Вирощування лаванди як декоративної рослини та для флористики.
20. Мистецтво. Використання лаванди у мистецькому дизайні та художніх проектах.

Ця рослина має широкий спектр застосувань у різних галузях, що робить її важливою та багатофункціональною складовою побуту та промисловості.

Висновки. Лаванда є важливим джерелом ароматичних та ефірних масел, які використовуються у косметиці, ароматерапії та медицині. Вона також знаходить широке застосування в гастрономії та наповнює страви та напої неповторним ароматом.

Поза цим, лаванда відома своїми заспокійливими та релаксуючими властивостями, що робить її корисною у сферах ароматерапії та спа-процедур. Вона може бути використана для поліпшення якості сну, зняття стресу та покращення загального самопочуття.

Лаванда також знайшла своє застосування у фармацевтиці, садівництві, мистецтві та багатьох інших галузях. Українські вчені та дослідники також внесли свій вклад у вивчення та використання цієї рослини, допомагаючи розширити знання та можливості її використання. Отже, лаванда має велике

значення не лише для промисловості чи економіки, а і побуту ставши невід'ємною частиною повсякденності.

Список використаних джерел

1. Костенюк І.С. Сучасний стан та перспективи вирощування лаванди в умовах ДП «Хмільницький лісгосп» Вінницької області: дипломна робота, Вінницький Національний аграрний університет, спеціальність: 206 - «Садово-паркове господарство». Вінниця, 2021. С. 59

2. Хоміна В. Я. Технологічні аспекти вирощування лаванди справжньої в умовах лісостепу західного: тези доповідей, Подільський державний аграрно-технічний університет. *Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика*. С. 209-210

3. Войтюк Ю.О., Кучерява Л.Ф. Морфологія рослин з основами анатомії та цитоембріології. – К.: Наука, 225 с.

Маріна ЦАРУК²⁴,

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

КОНТРОЛЬ ЗАБУР'ЯНЕНOSTІ ПОСІВІВ СОЇ

Анотація. У статті розглянута система заходів боротьби з бур'янами, яка базується на поєднанні агротехнічних і біологічних чинників з максимально можливим обмеженням хімічних заходів для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур та ведення екологічно безпечного землеробства. Розглянуті дослідження привели до висновку, що застосування 2-фазового обробітку ґрунту сприяло зниженню забур'яненості та забезпечувало підвищення врожайності сої як за суцільного, так і широкорядного способів сівби.

Anotation. The article discusses a system of weed control measures, which is based on a combination of agrotechnical and biological factors with the maximum possible limitation of chemical measures to increase the productivity of agricultural crops and conduct ecologically safe agriculture. The considered experiments led to the conclusion that the use of 2-phase tillage contributed to the reduction of weediness and ensured an increase in the yield of soybeans under both continuous and wide-row sowing methods.

Вступ. Спираючись на працю Заболотного Г.М., Мазур В.А., Циганської О.І., Дідура І. М., Циганського В.І., Панциревої Г.В., можна зробити висновок,

²⁴Науковий керівник: кандидат с.-г. н. доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин. ВНАУ Вергелес Павло

що для сої боротьба з бур'янами є одним з найголовніших факторів одержання високого врожаю. Вона не може протистояти їм на початку вегетаційного періоду. Зниження врожаю від бур'янів становить 30-50% і більше. Соя на початку вегетації росте відносно повільно і бур'яни конкурують з нею за споживання вологи, поживних речовин, використання світла. Втрати врожаю на забур'янені посівах можуть складати 30-50%. Інтегрована боротьба з бур'янами має першочергове значення для успішного вирощування сої. Використовують в боротьбі з бур'янами всі можливі механічні способи боротьби. Найефективніша хімічна система контролю за бур'янами ніколи не має 100% ефективності. Тому для отримання високого рівня урожайності, гербіцидну складову слід обов'язково поєднувати або доповнювати іншими агротехнічними заходами [12]. Майже кожен 3–4 роки в Україні з'являються нові діючі речовини, спрямовані на боротьбу з тими чи іншими бур'янами, адже нині немає універсального гербіциду, який міг би одночасно та одноразово знищити бур'яни всіх видів [1].

Виклад основного матеріалу. За даними Окрушко С.Є., найкритичніший період сої може бути в межах від 2 до 4 тижнів після появи сходів культури. На тривалість критичного періоду впливають: видовий склад бур'янів, щільність бур'янового угруповання та погодні умови. Спосіб сівби значно впливає на критичний період шкідливості бур'янів. При вузькорядному способі період контролю триваліший, а на широкорядних посівах він настає у фазі 1-го справжнього листка у культури [9]. Строки посіву теплолюбної культури – сої дозволяють використовувати агротехнічні заходи знищення проростків бур'янів до висівання в ґрунт її насіння (шляхом боронування і передпосівної культивування). Передпосівним обробітком ґрунту можна знищити 80 – 90 % сходів бур'янів. Рихлення ґрунту в міжряддях сільськогосподарської культури одночасно знищує бур'яни [11]. Вергелес П.М. зазначив, що соя на початку вегетації росте відносно повільно і бур'яни конкурують з нею за використання світла, споживання вологи і поживних речовин. Це пояснює її низьку конкурентоспроможність у порівнянні з бур'янами. Саме тому інтегрована боротьба з бур'янами має першочергове значення для успішного вирощування сої. Критичним періодом для контролю бур'янів є фаза з 1 по 3 справжніх листків культури. Шкідливість бур'янів для сої залежить від їх видового складу, скоростиглості сорту, умов вологозабезпеченості, потенційної забур'яненості орного шару, потужності посіву, техніки і прийомів догляду за посівами сої [3].

Експериментальну частину польових досліджень виконували у польовому досліді НДГ Агрономічне ВНАУ протягом 2022-2023 рр. У досліді вивчали вплив 2-фазового обробітку ґрунту на забур'яненість сої і її продуктивність. Дослідження проводили двома блоками: у першому вивчали дію заходів боротьби з бур'янами при суцільному способі сівби з шириною міжрядь 15 см, у другому – при широкорядному способі сівби з шириною міжрядь 45 см.

Двофазний обробіток ґрунту передбачає оптимізацію фізичних умов росту та розвитку рослин в два етапи і розподіл системи основного обробітку

на 2 фази. Перша фаза — підготовка насінневого ложе і неглибокий передпосівний обробіток, потрібний для забезпечення оптимального загортання насіння. Друга фаза — основний обробіток, який проводять після сівби на глибину 10–12 см на перших етапах органогенезу культур при дотриманні вимог мінімального травмування проростків і сходів [5]. Досходове підрізування (2-фазовий обробіток) ґрунту проводили за 3–4 дні до появи сходів культури за формування у насіння сої проростка довжиною 1–1,5 см на глибину 10–12 см культиватором поздовж рядків. Хімічну обробку проводили гербіцидом базагран – 2 л/га. Через 3 дні від злакових і широколистих бур'янів застосовували гербіцид оберіг – 1,5 л/га. На контролі (варіант 1) не вносили гербіцидів і не проводилось підрізування, у варіанті 2 проводили досходове підрізування ґрунту, у варіанті 3 вносили гербіциди, у варіанті 4 вивчали ефективність сумісної дії досходового підрізування та гербіцидів під час вегетації сої. Повторність у досліді – 3-разова, площа облікової ділянки – 100 м². Технологія вирощування сої сорту Говерла загальноприйнята для природньої зони. Система удобрення – N₄₅P₆₀K₆₀, норма висіву при суцільному способі сівби — 700 тис. шт./га схожих насінин, а при широкорядному способі – 600 тис. шт./га.

Об'єктивна тенденція до екологізації галузі землеробства зумовлює активність вивчення застосування в арсеналі проти бур'янів екологічно безпечних заходів, складових елементів системи землеробства, до яких належить 2-фазовий обробіток ґрунту. За такого обробітку знищують вегетуючі бур'яни і очищають ґрунт від їх насінневих і вегетативних зачатків [7]. Тому, як стверджують Заболотний Г. М та ін. [12], всі агротехнічні заходи мають бути спрямовані, на знищення та виснаження насіння бур'янів в орному шарі ґрунту. У 2019 та 2020 рр. на час сівби і початок вегетації температура повітря була невисока, а кількість опадів недостатня. За таких погодних умов значно затримувався ріст та розвиток культурних рослин і бур'янів. Достатня кількість опадів і підвищення температури повітря протягом червня сприяли кращому росту та розвитку сої, але водночас сприяли проростанню злакових і широколистих бур'янів. Теплим і сухим був час сівби (I декада травня) та початок вегетації у 2021 р. Підвищена температура повітря і нерівномірне розподілення опадів у травні сприяли проростанню насіння культури і бур'янів, тоді вплив досходового розпушування ґрунту підвищувався. Опади і температура повітря у червні посприяли росту та розвитку сої і спричинили підвищення забур'яненості посіву. За сприятливих умов найпоширенішими в посівах сої були такі бур'яни: мишій сизий, лобода біла, редька дика, щириця звичайна, гірчак березковидний, пирій повзучий та ін. Протягом дослідження кількість бур'янів знижувалася при застосуванні досходового розпушування ґрунту, а також залежала від погодних умов. Забур'яненість сої при суцільному способі сівби в середньому за 2022–2023 рр. на контролі становила 24 шт./м², при застосуванні післяпосівного досходового розпушування знижувалася на 10 шт./м², або у 1,7 раза (табл. 1). При широкорядному способі сівби забур'яненість сої була вищою і на контролі становила 31 шт./м². Застосування

досходового розпушування посприяло зменшенню кількості бур'янів на 16 шт./м², або вдвічі. Внесення гербіциду знижувало забур'яненість сої у 2,5 раза, а за поєднання з досходовим розпушуванням – у 3,4 раза. Зменшення забур'яненості досягали завдяки розпушенню ґрунту, що стримувало розвиток дрібних проростків бур'янів, пошкоджених під час досходового обробітку, і не перешкоджало появі сходів сої. Навпаки – культурні рослини мають більший запас поживних речовин в насінні, що забезпечувало вищу їхню стійкість до пошкодження. Дія 2-фазового обробітку посилювалася тим, що протягом тривалого часу після підрізування не випадало опадів та насіння бур'янів з верхнього пересушеного шару не проростало.

Таблиця 1

Забур'яненість сої у фазі цвітіння за різних заходів боротьби з бур'янами у середньому за 2022–2023 рр., шт./м²

№ варіанта	Заходи боротьби з бур'янами	Усього	Однорічних	Багаторічних
Суцільний спосіб сівби (ширина міжрядь 15 см)				
1	Контроль	24	17	7
2	Досходове розпушування	14	10	4
3	Гербіциди	10	7	3
4	Гербіцид + досходове розпушування	9	6	3
Широкорядний спосіб сівби (ширина міжрядь 45 см)				
1	Контроль	31	23	8
2	Досходове розпушування	15	9	6
3	Гербіциди	12	9	3
4	Гербіцид + досходове розпушування	9	7	2

Зазначено, що підрізування посівів не тільки знижувало забур'яненість, а ще й розпушувало ґрунт, що посприяло кращому доступу повітря до коренів бобових культур, збільшувало на них кількість бульбочкових бактерій та завдяки цьому підвищувало урожайність сої. За результатами досліджень, урожайність сої при суцільному способі сівби на контролі становила 1,8 т/га і підвищувалась при застосуванні 2-фазового обробітку ґрунту на 0,5 т/га, або на 27,7%. Поєднання гербіциду з підрізуванням підвищувало урожайність на 0,4 т/га, або на 22,2% (табл. 2).

Таку ж закономірність виявлено за широкорядного способу посіву культури, де досходове підрізування сприяло підвищенню урожайності сої на 0,5 т/га, або на 29,4%. Поєднання дії післяпосівного досходового підрізування та гербіциду посприяло збільшенню урожайності сої на 0,4 т/га, або на 23,5%. Підрізуванням паростків багаторічних видів нижче розміщення проростків культури досягається короткочасна затримка розвитку бур'янів. Після

повторного відростання їх пагонів умови конкурентних видів з культурними рослинами кардинально змінюються [6].

Таблиця 2

Вплив 2-фазового обробітку ґрунту на урожайність сої за суцільного способу сівби (ширина міжрядь 15 см)

№ варіанта	Заходи боротьби з бур'янами	Урожайність, т/га		Середнє	± до контролю	
		2020р.	2021р.		т/га	%
1	Контроль	1,9	1,7	1,8	-	-
2	Досходове розпушування	2,4	2,3	2,3	+0,5	27,7
3	Гербицид	2,1	2,0	2,0	+0,2	11,1
4	Гербицид + досходове розпушування	2,3	2,2	2,2	+0,4	22,2

Доведено можливість застосування 2-фазового обробітку ґрунту та перевірки його ефективності як способу зниження шкодочинності бур'янів на культурах суцільного посіву. Дослідження свідчать про перспективність 2-фазового обробітку, спрямованого на зниження шкодочинності бур'янів на просапних і на культурах суцільної сівби.

Висновок. У результаті досліджень виявлено, що 2-фазовий обробіток ґрунту сприяє зниженню забур'яненості посівів сої у 1,7–2 рази. Розпушений верхній шар ґрунту не перешкоджає появі на поверхні потужних проростків сої і є несприятливим для дрібних проростків бур'янів. Проведення 2-фазового обробітку забезпечило підвищення урожайності сої за суцільного способу сівби на 27,7, за широкорядного – на 29,4%. Застосування 2-фазового обробітку ґрунту сприяло зниженню забур'яненості та забезпечувало підвищення врожайності сої як за суцільного, так і широкорядного способів сівби.

Список використаних джерел

1. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої. Урожай, 2015. 432 с.
2. Петриченко В.Ф., Борона В.П., Задорожний В.С. та ін. Бур'яни та заходи їх контролю. Вінниця, 2020. 151 с.
3. Мазур В.А., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Купчук І.М. Соя в інтенсивному землеробстві. Вінниця : «Нілан-ЛТД», 220 с.
4. Косолап М.П., Кротінов О.П. Система землеробства No-till. Навч. посіб. К.: К71 «Логос», 2018. 352 с.
5. Малиєнко А.М. Наукові основи обробітку дерново-підзолистих супісчаних ґрунтів Полісся України. К., 2017. 35 с.
6. Малієнко А.М. Двофазовий обробіток ґрунту. *Захист рослин*. 2020. № 3. С. 13–14.
7. Манько Ю.П. Зміни забур'яненості та продуктивність ріллі під впливом тривалого застосування систем основного обробітку ґрунту в сівозміні. *Наук. зб. НАУ. К.*, 2020. С. 18–23.

8. Фісюнов А.В. Боротьба з бур'янами – наукові основи. *Землеробство*. 2015. № 12. С. 45–46.

9. Knezevic S.Z. 2022. Yield penalty due to weed control in maize and soy bean/S.Z. Knezevic, S. Evans, M. Mainz//Proc. 12th EWRS Symposium, Wageningen, The Netherlands. P. 280–281.

10. The Future of Food and Farming: Challenges and choices for global sustainability.

11. Окрушко С.Є. Гербологія: Методичні вказівки для виконання практичних робіт здобувачами вищої освіти факультету агрономії та лісівництва денної форми навчання галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 201 «Агрономія» освітнього рівня: першого (бакалаврського). С.Є. Окрушко; Вінницький національний аграрний університет. Вінниця: ВНАУ, 2021. 82 с.

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

Андрій ЦВІТКОВ²⁵,

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

ПОШИРЕНІСТЬ І ШКОДОЧИНІСТЬ ЗЛАКОВОЇ МУХИ (*PHORVIA SECURIS*) НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУРАХ

***Анотація.** Злакова муха (*Phorbia securis*) є однією зі значущих шкідників сільськогосподарських культур і завдає серйозної збитки сільськогосподарському сектору. Дана тема аналізує поширеність та шкодочинність цього шкідника в різних культурах, зокрема злаках, які є кількістю структурних компонентів глобальної продовольчої системи. Дослідження розглядає фактори, які сприяють посиленню Злакової мухи, такі як кліматичні умови, агротехніка та внесення пестицидів. Також аналізуються методи контролю та запобігання шкідниці, спрямовані на зменшення її впливу на врожайність та якість сільськогосподарських культур. Дана тема є важливою для сільськогосподарських товаровиробників, агрономів та дослідників, спрямованих на забезпечення стабільного вирощування сільськогосподарської культури та збереження продовольчої безпеки.*

²⁵Науковий керівник: канд. с.-г. наук, ст. викладача кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ Ніна Рудська.

Annotation *The grain fly (Phorbia securis) is one of the significant pests of agricultural crops and causes serious damage to the agricultural sector. This topic analyzes the prevalence and harmfulness of this pest on various crops, in particular cereals, which are important structural components of the global food system. The study looks at factors that contribute to the spread of the Cereal fly, such as climate, farming techniques and pesticide application. Pest control and prevention methods aimed at reducing its impact on the yield and quality of agricultural crops are also analyzed. This topic is important for agricultural producers, agronomists and researchers aimed at ensuring stable cultivation of agricultural crops and preservation of food security.*

Вступ. Сільське господарство відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки та сталого розвитку нашого світу. Проте, однією з найсерйозніших загроз цій галузі є поширення та шкодочинність шкідників. Серед них варто особливо виділити Злакову муху (*Phorbia securis*) – маленького комаху, яка може завдати значних збитків сільськогосподарським культурам, зокрема злакам [1].

Злакова муха є важливим шкідником, оскільки її личинки живуть та розвиваються всередині стебел та колосків злакових культур, таких як пшениця, ячмінь, овес і жито. Їх активність може призвести до великого зниження врожаю та погіршення якості продукції.

У зв'язку зі змінами в кліматичних умовах та практиках сільського господарства, поширення Злакової мухи стає актуальнішим питанням, і дослідження її впливу на сільськогосподарські культури стають необхідними для забезпечення стабільності та продуктивності сільськогосподарського виробництва.

Ця тема розглядає поширеність і шкодочинність Злакової мухи на сільськогосподарських культурах та досліджує стратегії контролю та запобігання її поширенню. Детальний аналіз цієї проблеми допоможе розробити ефективні методи захисту врожаю та збереження продовольчої безпеки, що є критичними завданнями для сучасного сільського господарства [2, 3].

Виклад основного матеріалу. Імаго 4–5,2 мм завдовжки, оксамитовочорна, груди та вилиці слабко припорошені сріблясто-бурым пилком.

Крила темні, задимлені. Яйця білі, еліпсоподібні завдовжки 1–2 мм. Личинка третього (останнього) віку 6–8 мм, форма тіла майже циліндрична, забарвлення від білуватого до жовтуватого (рис.1)



Рис.1. Зовнішній вигляд злакової мухи (*Phorbia securis*)

Пупарій червонувато-коричневий або буруватий завдовжки 4,5–5,5 мм.

Розвиток. Зимує в стадії пупарія в ґрунті на глибині 2–3 см або в стеблах озимих злаків.

Виліт мух розпочинається дуже рано, впродовж першої половини квітня. Яйця самки відкладають за пазуху листків нерозкущених рослин та на бічні пагони слабо розкущених посівів озимих, а також за колеоптиле або піхву першого листка ярих. Розвиток яйця триває 2–8 діб. Розвиток личинки триває 20–30 діб, після чого вона утворює пупарій у поверхневому шарі ґрунту, зрідка – в пошкоджених стеблах. Наприкінці серпня – впродовж вересня з більшості пупаріїв вилітають мухи другого покоління. Частина личинок у пупаріях перебуває в стані діапаузи до весни наступного року. Мухи осіннього покоління заселяють сходи озимих, де розвиваються і спричиняють пошкодження, аналогічне пошкодженню весняним поколінням ярих. Личинки, що завершили живлення, створюють пупарії і зимують у полеглих стеблах [4, 5].

Поширення злакової мухи

Злакова муха на пшениці поширена в усіх регіонах України, проте останнім часом розвиток шкідника відбувається сповільненими темпами, через несприятливі для комахи погодні умови, через які відбувається зсув строків посіву зернових культур:

1. довготривала прохолодна весна;
2. посушливе, спекотне літо та початок осені.

На сьогоднішній день заселеність шкідником посівних площ в осінній період залежно від регіону складає 14–26%, а кількість пошкоджених рослин до 3,5%.

Шкідливість. При заселенні посівів личинками злакової мухи у фазу виходу в трубку і стеблування через пошкодження шкідником спостерігатиметься колінчастість стебел, що ускладнюватиме збирання врожаю, яке супроводжуватиметься втратами, а в пошкодженому личинкою колосі розвиватиметься щупле зерно. Характерні симптоми пошкодження рослин личинками з'являтимуться на 8–16 день від початку їх живлення. Ріст стебла призупинятиметься, центральний лист жовтітиме і пізніше набуде бурого кольору.



Рис. 2 Відкладання яєць злакової мухи (*Phorbia securis*)

Личинка проникає всередину пагона і робить спіральний хід до конуса росту або зародка колоса, виїдаючи на своєму шляху всі ніжні тканини. Внаслідок пошкоджень жовтіє і засихає центральний листок, пагін пригнічується й відмирає. У разі пошкодження ярих до початку кущіння зазвичай гине вся рослина. При сухих погодних умовах може пошкодити до 90 % пшениці.

Заходи захисту. Боротьба з пшеничною мухою головним чином полягає у дотриманні превентивних заходів, що допоможуть запобігти ураженню посівів:

- суворе дотримання правил сівозміни;
- ізоляція ярих від озимини;
- своєчасні строки висіву, що відповідають кліматичній зоні ділянки;
- лущення стерні;
- проведення ранньої глибокої зяблевої оранки;
- знищення осередків пирію та боротьба з засміченістю полів;
- протруювання насінневого матеріалу інсектицидами та вибір гібридів культури, стійких до ураження прихованостебловими шкідниками;
- проведення крайових та повних обробок ділянок за умови перевищення економічного порогу шкодочинності, або профілактичних обробок при прогнозованому ураженні посівів [6, 7].

Методи боротьби зі злаковою мухою. Обробку проти шкідників починають після виявлення льоту злакових мух. Допускаються профілактичні обробки у вегетаційному періоді, починаючи від фази трьох листків, якщо літ відсутній або прогнозується найближчим часом. Обприскування хімічними препаратами здійснюють при відлові 30–50 осіб або коли під час льоту в посівах виявлено більше 5-10 пошкоджених стебел.

Ефективні інсектициди для захисту зернових від злакових мух:

1. Ціантраніліпрол (Cyantraniliprole): Цей інсектицид є дуже ефективним для боротьби з Злаковою мухою та іншими шкідливими комахами. Він діє на нервову систему комах і може забезпечити тривалий захист від мух на злакових культурах.

2. Хлорпіріфос (Chlorpyrifos): Хлорпіріфос є старішим інсектицидом, але все ще ефективним для контролю Злакової мухи. Він діє на центральну нервову систему комах і може застосовуватися в різних формах, включаючи рідини та гранули.

3. Тіаметоксам (Thiamethoxam): Цей інсектицид відомий своєю системною дією, що означає, що він може бути вбудований в рослину та захищати її від важких уражень Злаковою мухою. Він може бути використаний як обробка насіння перед посівом або внесений на поле в рідкому вигляді.

4. Тіаклопрід (Thiacloprid): Цей інсектицид має контактну і шлункову дію та може бути ефективним для контролю Злакової мухи на злакових культурах.

5. Фіпроніл (Fipronil): Цей інсектицид може бути використаний для боротьби з Злаковою мухою, знижуючи її популяцію і запобігаючи поширенню.

Висновок. Тема поширеності і шкодочинності Злакової мухи (*Phorbia securis*) на сільськогосподарських культурах є важливою для сільського господарства та продовольчої безпеки. Злакова муха є серйозним шкідником, який може спричинити значні втрати врожаю та погіршувати якість продукції злакових культур, таких як пшениця, ячмінь, овес і різні сорти ржі.

З плином часу та змінами в кліматичних умовах, поширення Злакової мухи стає більш актуальним завданням для сільськогосподарського сектору. Все більше агрономів та дослідників звертають увагу на вивчення цього шкідника та розробку ефективних методів контролю та запобігання.

Заходи для боротьби з Злаковою мухою можуть включати в себе використання хімічних пестицидів, агротехнічні методи, біологічний контроль та інтегровані підходи. Ефективне управління цим шкідником вимагає постійного моніторингу та аналізу популяції, а також враховування специфічних умов вирощування культур у конкретному регіоні.

Захист врожаю злакових культур є критичним для забезпечення продовольчої безпеки та сталого розвитку сільського господарства. Дослідження і застосування нових технологій та методів контролю Злакової мухи є важливим завданням, що сприяє забезпеченню стабільного вирощування злакових культур та збереженню продовольчої безпеки як на місцевому, так і на глобальному рівні.

Список використаних джерел

1. Секун М. П. Фітофаги на пшениці. Захист рослин. 2018. № 4. С. 6–7.
2. Rudska N. Control of the number of sucking pests of winter wheat in the conditions of the Right-bank Forest Steppe. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. Вип. 28 (1). С. 113–136. DOI: [10.37128/2707-5826-2023-1-8](https://doi.org/10.37128/2707-5826-2023-1-8)
3. Круть М. В. Злакові мухи – шкідники зернових злакових культур. Харків : ХДАУ, 1998. 72 с.
4. Круть М. В. Роль елементів технології вирощування зернових культур у захисті посівів від злакових мух. Пропозиція. 2012. № 7. С. 60–61.
5. Стригун О. О., Трибель С. О., Гончаренко О. М., Судденко Ю. М. Взаємовідносини між рослинами пшениці в різні етапи органогенезу і фітофагами, їх шкідливість. *Захист і карантин рослин*. 2016. Вип. 62. С. 246–259.
6. Секун М. П., Кондратюк С. В. Заходи з обмеження чисельності та шкодочинності злакових мух на озимій пшениці. *Захист і карантин рослин*. 2008. Вип. 54. С. 347–348.
7. Методики випробування і застосування пестицидів / За ред. проф. С. О. Трибеля. К. : Світ, 2001. С. 127–128.

Катерина ЧЕРНОВА²⁶,
Студентка 4-го курсу,
Факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ШКІДНИКИ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР

***Анотація.** У цій статті ми розглянемо особливості боротьби з найпоширенішими шкідниками основних овочевих культур.*

Овочем, який найбільш схильний до шкідників, є капуста. Для її насаджень небезпечні: капустяна попелиця, хрестоцвіті блішки, капустяна муха, моль, білянка та совка. Для боротьби з капустяною попелицею необхідно видалити з поля і знищити качан, в яких зимують яйця шкідника. Овочеві культури уражують хвороби грибної, бактеріальної, вірусної етіології, а також паразитарні. Останніми роками видовий склад хвороб суттєво змінився. Відзначаються спалахи одних видів і відсутнє зниження розвитку інших.

***Annotation.** In this article, we will consider the features of the fight against the most common pests of the main vegetable crops.*

Cabbage is the vegetable most prone to pests. The following are dangerous for its plantings: cabbage aphid, cruciferous flea, cabbage fly, moth, whitefly and scoop. To combat the cabbage aphid, it is necessary to remove from the field and destroy the cob in which the pest's eggs are wintering. Vegetable crops are affected by diseases of fungal, bacterial, viral etiology, as well as non-parasitic ones. In recent years, the species composition of diseases has changed significantly. There are outbreaks of some species and a noticeable decrease in the development of others.

***Вступ.** Овочівництво – це ключова галузь забезпечення продовольчої безпеки держави, і вона практично повністю лягає на плечі малих та середніх фермерських підприємств. При цьому вирощування овочів є одним із найбільш трудомістких і технологічно складних процесів у рослинництві. Серед інших особливостей овочівництва окремо стоїть питання боротьби зі шкідниками. В Україні зареєстровано понад 300 видів шкідників овочевих та баштанних культур. Втрати врожаю через недотримання технології захисту рослин та боротьби з бур'янами сягають 25–30%.*

Проведення в овочевих господарствах фахівцями Держпродспоживслужби України та вченими Інституту захисту рослин НААН аналіз фітосанітарного моніторингу засвідчує, що за останні 5 років досить істотно змінився видовий склад хвороб. Серед факторів, які не дають змоги реалізувати повний потенціал продуктивності овочевих культур у відкритому

²⁶Науковий керівник: кандидат с.-г. наук, старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин Ніна Рудська.

грунті, особливе місце займають хвороби, серед яких до 65% становлять грибні хвороби, до 25% – вирусні, 15% – бактеріальні, 5% – не паразитарні [1].

Виклад основного матеріалу. Основними овочевими культурами закритого ґрунту є помідори, огірки, перець і салат, які вирощують у плівкових або скляних теплицях на ґрунті або мінеральному субстраті (кокосова стружка, мінеральна вата). Інші особливі умови закритих теплиць є сприятливими не тільки для розвитку овочевих рослин, але й для багатьох шкідників, які вражають культуру протягом всього вегетаційного періоду. Важливо відзначити, що біоценоз у теплицях характеризується найбільш вираженим комплексом усіх негативних симптомів, характерних для постійного агроценозу. Крім того, обмеженість асортименту та різноманітність культур на одній площі, демонструє сівозміни, постійне використання субстратів, засобів вирощування та штучно створений мікроклімат у теплиці створюють умови, сприятливі для масштабних спалахів шкідника.

Фітосанітарна ситуація також погіршується через зменшення пропарювання ґрунту в теплицях, через ДСТУ на фітопатологічний стан імпортованого насіннєвого матеріалу та впровадження нових технологій з невеликими обсягами та новими субстратами. Більшість тепличних господарств запровадили другу сівозміну, а технологічний розрив призвела до зміни видового складу шкідників від однієї ротації до іншої. Тепличні умови також застосовують специфіку боротьби зі шкідниками. Усі більшого значення мають карантинні заходи.

Регулярні запобіжні заходи є обов'язковими до і після вирощування сільськогосподарських культур та між сівозмінами. Тому одним із вихідних елементів технології вирощування томатів у закритому обґрунтованому є захист рослин від шкідників.

Слід зазначити, хоча кількість видів шкідників у теплицях значно менша, ніж у відкритому ґрунті, цілорічне використання теплиць, постійне підвищення температури і вологості та виявлення природних регуляторів дозволяє фітофагам розмножуватися у великій кількості, значно збільшуючи їх шкідливість [5].

Види шкідників:

Кліщі (Spider Mites, Tetranychidae) – одна з основних груп шкідників рослин. У закритих наземних приміщеннях вони представлені двома видами павутинних кліщів (Tetranychidae).

Павутинний кліщ звичайний (*Tetranychus urticae* Koch.) – широко розповсюджений багатодільний рослинний шкідник. Тіло самки овальне (0,4–0,5 мм), а самця – ромбоподібне (0,3–0,4 мм), зеленувато-жовте з темними плямами з боків. Яйця дрібні (0,14 мм), правильної кулястої форми. У перший день безбарвні, пізніше стають каламутно-зеленими.

Поява добре помітних окремих світлих плям на верхньому боці листка є першим і найхарактернішим симптомом пошкодження кліщем. Зі збільшенням чисельності кліщів та їх інтенсивним живленням листя набуває блідо-мармурового кольору. Пошкоджені листки жовтіють, сохнуть і опадають.

Зменшення асиміляційної поверхні до порушення метаболізму, втрати врожаю на 35–40% і навіть до загибелі рослин. Шкідники поширюються на обладнані, тарі та одязі персоналу.

Червоний павутинний кліщ (*Tetranychus einnabarinus* Baisd.).

Схожий на звичайного павутинного кліща з точки зору харчової специфіки та шкоди, але відмінний за зовнішнім виглядом. Забарвлення змінюється з віком. Зрілі самиці мають згорнуте овальне тіло з вузькою, трикутною задньою огорожею із загостреною вершиною. Молоді самці зеленувато-коричневі. Яйця прозоро-білі, потім рожеві. Личинки спочатку помаранчеві і швидко зеленіють, коли починають харчуватися.

Червоний павутинний кліщ – теплолюбний вид. Для розвитку від яйця до дорослої особини необхідна загальна ефективна температура близько +123°C. Оптимальна температура сягає 29–33°C. Активно розмножується при відносній вологості повітря 20–90%. Низькі температури не призводять до сплячки, але дорослі кліщі можуть входити в стан спокою, під час якого вони не живляться.

Небезпечним шкідником овочевих культур є попелиця (Aphidae) – велика група лускокрилих сисних комах, що налічує близько 800 видів. Попелиці є недосконало перетвореними комахами і не мають стадії лялечки. Дорослі особини попелиці не перевищують 3,5 мм за розміром і мають забарвлення від сірого, чорного до білого. Попелиці паразитують на корінні, тілі та репродуктивних органах рослин, а деякі види можуть утворювати на рослинах жовті галі. Вони мають свої довгі ноги для подолання великих відстаней. Попелиця використовує хоботок для проколювання клітин листя, молодих пагонів і бруньок, з яких вона висмоктує соки. Пошкоджені листки скручуються і деформуються, а квітки і зав'язі опадають.

Визначити вид попелиці дуже складно. Екологія попелиці дуже незвичайна. На відміну від інших лускокрилих комах, багато видів попелиць характеризуються вираженим поліморфізмом і складним циклом розвитку періоду звання незайманих і двоколірних поколінь. Крилаті особини характерно мігрують, переходячи від одного типу кормових рослин до іншого.

Мігруючі попелиці з неповним циклом – особлива група. Вони вирощують на вторинних рослинах.

Баштанна або бавовняна попелиця – *Aphis gossypii* Glov. є широко розповсюдженим багатоядним шкідником. Пошкоджує всі овочеві культури, але найбільш небезпечний для огірка. Він оселяється на нижньому боці листків, пагонів, квіток і зав'язів та висихає соки, що загрожує до пожовтіння, зморщування, скручування, висихання і в'янення листків. Крім того, гриб осідає на липких, цукристих виділеннях попелиці і утворює нальоти, які погіршують обмін речовин у листках.

У залишку регіонів баштанна попелиця є видом з неповним циклом (розмножується виключно моногенезом). Безкрилі, незапліднені самиці, іноді личинки, зимують в теплицях, овочевих магазинах і різних тінистих місцях, а також на дикорослих рослинах, часто під прикореневими розетками листя і на

озимих бур'янах За рік з'являється до 20 поколінь; перше покоління— це перше покоління баштанної попелиці, яке є першим поколінням баштанної попелиці.

Перше покоління безкриле, крилаті самиці з'являються пізніше; період розвитку в одному поколінні становить 6–10 днів. Числення колонії попелиць різного віку заселяється на рослинах протягом короткого періоду часу. Оптимальна температура 23–25°C і відносна вологість 80–85%; температура вище 30°C пригнічує розвиток попелиці; переносник понад 50 фітопатогенних вірусів; може збільшити зараження попелити до 50 різних видів [3].

Види хвороб:

Фітофтороз картоплі вражає вегетативну, бульбову та генеративну частини рослини. На листках з'являються великі зеленуваті водянисті плями, які незабаром залишаються некротичними і оточуються світло-зеленим краєм. У вологу погоду пляма швидко розростається і покриває всю листову пластинку. Листя загниває, буріє і звисає зі стебла. На межі між ураженою та здоровою тканиною, часто на нижньому боці листка, з'являється нижній білий павутинний наліт, який знаходиться на павутині. На листових і стеблових живцях з'являються витягнуті коричневі плями, патьоки і смуги. Тканини в уражених місцях загнивають, емоційні живці, а листові живці обламуються. Подібні плями з'являються на черешках, бутонах і плодах картоплі. За сприятливих умов хвороба поширюється дуже швидко і може знищити клітини плантації за кілька днів.

Фітофтороз зібраної картоплі. На бульбах бульби бурі або свинцево-сірі плями різної форми. При огляді поперечного зрізу бульби паренхіма в ураженій ділянці має коричневий або іржаво-коричневий колір. Ураження поширюється на серцевину бульби і перетворюється на гнилі плями, розмиті конічні смуги.

Чорна бактеріальна плямистість томатів і перцю. Хвороба з'являється переважно в першій декаді липня, а потім поширюється; рослинність може бути найбільшою у серпні. Хвороба може проявлятися на вже інфікованих рослинах, а її інтенсивний розвиток можливий за сприятливих кліматичних умов (температура +25–30°C, відносна вологість >90%).

Чорна бактеріальна плямистість перцю. У першій декаді липня на плантаціях томатів спостерігався розвиток поверхневої гнилі. Спекотне літо та низька вологість повітря і обґрунтовано сприяли поширенню хвороби. Пізніше в продовження вегетації томати були уражені в'яненням.

Серед грибних патогенів **альтернаріоз (суха плямистість) і кладоспоріоз (бура плямистість)** спостерігаються значного поширення на сортах томатів усіх ступенів зрілості в окремих регіонах. Перші ознаки альтернаріозу з'являються в червні і посилюються в кінці липня і серпня, особливо за високих температур і низької вологості. Поширеність хвороб на цій культурі коливалася від 15,5 до 34,5%.

Протягом багатьох років серед хвороб бактерій дуже поширеними були грибкові захворювання: **бура плямистість листя та хвороба батога**, які також вражають петрушку та селеру. Патогенні інвазії спостерігалися у всіх

зонах вирощування мікроорганізмів, у середньому на 23,5–45%. При ураженні селери альтернаріозом листя буріє і знижується фотосинтез, що призводить до зниження врожайності коренеплодів на 35%. Сприятливими умовами для швидкого розвитку збудників чорної гнилі при температурі 22–250°C і вологості 85–100%. Широке розповсюдження цієї хвороби зумовлене біологічним старінням коренеплодів, сформованих у період високих температур (>250°C).

Шкідливість *фомозу* проявляється у внутрішніх сходах, зменшенні врожайності насіння, поганий схожості насіння, непридатності коренеплодів до зберігання та прогресуючому загниванні під час зберігання [2].

Організаційні, профілактичні та агротехнічні заходи:

- ✓ Якісний передпосівний обробіток обґрунтовано.
- ✓ Розпушування в міжряддях течії вегетації для покращення аерації збереження та структури.
- ✓ Вапнування кислих ґрунтів.
- ✓ Знищення рослинних решток та боротьба з бур'янами зменшують інфекційне навантаження патогенів у підставі.
- ✓ Насіння слід висівати в обґрунтування, прогрітий до +8°C або вище, але не затягуйте з посівом, припинивши низьку кількість весняних опадів, які були в останні роки, можна привести до висихання верхнього шару обґрунтування.
- ✓ Слідкуйте за оптимальними нормами висіву консистенції.
- ✓ Своєчасне внесення фосфорних і калійних добрив необхідне для покращення росту і розвитку рослин та підвищення стійкості до хвороби.
- ✓ Використовуйте тільки високоякісне, вільне від збудників захворювань.
- ✓ Дотримуйтеся сівозміни: культуру слід повернути на те саме місце, враховуючи їх сприйнятливості до конкретних патогенів. Якщо виявлено спалах бактеріозу, збільште період повернення культури від 3–4 років до 5–6 років.
- ✓ Для зменшення комплексу фітопатогенів у насінні слід провести його протруювання. Наприклад, у капусти – обробка в гарячому воді при температурі +50 °C протягом 20 хв з подальшим швидким охолодженням. Насіння цибулини слід прогрівати при +41 °C протягом 8 годин за 10–14 днів до посадки і посіву. Овочеві культури вирощують через розсаду, після висадки пошкодженої розсади в полі погіршення бактеріальних і грибкових захворювань, які можуть завдати значної шкоди насадженням.
- ✓ Догляд за рослинами завжди повинен здійснюватися протягом вегетаційного періоду, включаючи внесення збалансованих добрив і дотримання оптимальних строків посіву.
- ✓ весь вегетаційний період слід вживати щасливих і систематичних захисних заходів проти шкідників і бур'янів, які є резервуарами бактеріальних інфекцій [4, 5].

Висновок. Сучасне овочівництво закритого обґрунтування є одним із основних галузей сільського господарства України, що забезпечує населення овочевою продукцією майже цілий рік і має найбільший вихід продукції з

одиниці площі. Сучасні теплиці закритого типу включають в себе різні типи теплиць та різні види технологій.

Зміни у видовому складі овочевих культур та впровадження інтенсивних технологій виростили і видовий склад збудників хвороб. В останні роки посилюється поява і поширення хвороб, які раніше не мали економічного значення, спалахи одних видів і помітний спад розвитку інших. Тому важливо проводити моніторинг розвитку хвороби в агроценозах овочевих культур і на основі цих даних тимчасово вживати захисні заходи для збереження врожаю.

Найефективнішим для захисту овочевих культур є хімічний метод. Застосовують лише препарати згідно «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до застосування в Україні». Ефективні також біологічні препарати.

Список використаних джерел

1. Хвороби овочевих культур URL: <https://odesa.consumer.gov.ua/uk/1383-khvorobi-ovochevikh-kultur> (дата звернення 13.09.2023 р.)
2. Хвороби овочевих культур у вегетаційний період. URL: <https://www.pro-of.com.ua/xvorobi-ovochevix-kultur-v-vegetacijnij-period-shho-mayemo-i-shho-bud/> (дата звернення 15.09.2023 р.)
3. Мринський І. М., Урсал В. В., Коковіхін С.В., Попова Л.М., Довгаль М.М. Шкідники овочевих культур: навчальний посібник. Київ: 2018. 432 с.
4. Дереча О. А., Бойчук А. К., Грицюк Н. В. та ін. Технологія комплексного захисту овочевих культур від шкідливих організмів у фермерських господарствах та на присадибних ділянках : практ. посібник Житомир : Рута, 2019.183 с.
5. Паламарчук В. Д., Кричковський В.Ю., Рудська Н.О., Колісник О. М. Новітні технології вирощування овочевих культур та кукурудзи за використання дигестату біогазових станцій: монографія. Вінниця: Друкарня «Друк», 2022. 296 с.

Катерина ШЕВЧУК²⁷,
Студентка 2-го курсу СПГ-21,
Факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

СЕЛЕКЦІЯ САДОВО-ПАРКОВИХ РОСЛИН

Анотація. У даній статті досліджуються установлення основних цілей та завдань селекційної роботи в галузі садово-паркового озеленення. Опис методів та підходів, що використовуються для вибору, розведення та оцінки рослин. Представлення досягнень у створенні нових сортів або видів рослин,

²⁷Науковий керівник – завідувач кафедри рослинництва та садівництва Олександр Мазур.

їхніх основних характеристик та переваг у порівнянні зі стандартними аналогами. Опис можливих областей використання отриманих сортів рослин у ландшафтному дизайні, садовому господарстві або при парковому озелененні. Узагальнення результатів дослідження та їхнє значення для розвитку садово-паркового сектору.

***Annotation.** establishment of the main goals and tasks of selection work in the field of gardening. Description of methods and approaches used for selection, breeding and evaluation of plants. Presentation of achievements in the creation of new varieties or species of plants, their main characteristics and advantages in comparison with standard analogues. Description of the possible areas of use of the obtained varieties of plants in landscape design, horticulture or park landscaping. Generalization of research results and their significance for the development of the garden and park sector.*

Вступ. Сади та парки завжди були не тільки місцем відпочинку, але і об'єктом особливого мистецтва - ландшафтного дизайну. Їхній вигляд та різноманітність рослинного світу завжди привертала увагу та захоплювали покоління садівників, архітекторів і природолюбів.

В умовах сучасного міського середовища та загострення конкуренції за природні ресурси селекція стає важливою складовою для створення стійких, ефективних та естетично привабливих садових та паркових ансамблів.

Основна мета селекції садово-паркових рослин полягає в створенні нових сортів та видів, які відповідають вимогам дизайну, екології та агротехніки. Вони повинні бути красивими, довгоживучими, стійкими до шкідників і погодних умов.

Впровадження сучасних методів біотехнології та генетичної інженерії у селекційні процеси сприяє прискоренню роботи та досягненню кращих результатів. Представлення основних тем, які будуть розглянуті у подальшому, та визначення важливості селекції садово-паркових рослин для сучасного ландшафтного дизайну та сталого розвитку.

Виклад основного матеріалу. Курс "Садово-паркова селекція" спрямований на оволодіння основними методами створення нових сортів рослин, кущів та дерев їхньої оцінки та ознайомленням з технологією селекційного процесу. Він поділяється на дві частини: перша - "Генетичні основи селекції", де вивчаються загальні концепції та методи селекції; друга - "Садово-паркова селекція", де детально розглядається технологія селекційного процесу.

Отримані сорти рослин відіграють важливу роль у поліпшенні ландшафтного дизайну, садового господарства та озелененні парків. Вони дозволяють створювати привабливі та естетично приємні середовища та поліпшувати зовнішній вигляд і функціональність різних місць і територій. Ось деякі зі способів використання цих сортів рослин:

Добір, розмноження і оцінка рослин у селекції - це складний та багатоетапний процес, який включає такі методи та підходи:

Добір початкового матеріалу:

Визначення цільових характеристик: Обирання рослин з видів та сортів, що відповідають конкретним потребам та вимогам проекту, таких як квітучість, розміри, кольори, аромат і інші особливості.

Збір генетичного матеріалу: Завданням є збирання рослинних зразків і насінного матеріалу з природних або існуючих колекцій.

Аналіз генетичного різноманіття: Вивчення генетичного матеріалу для виявлення різноманітності та визначення цінних генетичних рис.

Розмноження рослин: Гібридизація: Об'єднання генетичного матеріалу двох рослин з метою створення нового гібрида, який може об'єднувати корисні характеристики різних видів та сортів.

Відбір нащадків: Оцінка гібридів та вибір найкращих серед них, що відповідають завданням селекції.

Розмноження: Створення більшої кількості екземплярів обраних рослин для подальшого вирощування.

Оцінка рослин: Фенотипова оцінка: Аналіз зовнішніх ознак рослин, таких як розмір, форма, кольори, квітучість і стійкість до шкідників і хвороб.

Оцінка продуктивності: Визначення рівня врожайності, форування плодів або квітів, а також тривалості цвітіння.

Оцінка адаптивності: Вивчення, як рослини пристосовуються до різних умов росту, включаючи кліматичні, ґрунтові та екологічні фактори.

Оцінка стійкості: Визначення стійкості до шкідників, хвороб, змін клімату та інших стресових факторів.

Вибір найкращих сортів: На основі результатів оцінки обирають найкращі сорти рослин, які відповідають поставленим завданням селекції.

Тестування та випробування: Селекційні сорти проходять випробування в різних умовах і місцях вирощування, щоб визначити їхню ефективність і стійкість.

Впровадження на ринок: Найкращі сорти рослин вирощують комерційно і впроваджують на ринок для продажу садівникам та ландшафтним архітекторам.

Ці методи і підходи потребують значної експертизи, наполегливості і систематичної роботи для досягнення високих результатів у садово-парковій селекції.

Представлення досягнень у створенні нових сортів або видів рослин включає опис основних характеристик і переваг цих нових сортів порівняно зі стандартними аналогами. Ось приклад представлення досягнень у селекції декоративних рослин:

Назва нового сорту рослин: Сонячний Сплеск.

Основні характеристики. Цвітіння: Сонячний Сплеск має яскраво-помаранчеві квіти, які розкриваються вже в квітні і залишаються на рослині до жовтня, надаючи довготривале цвітіння.

Розмір: Рослина досягає висоти до 1 метра та має компактний, округлий розмір, що підходить для різних садових ділянок.

Аромат: Квіти мають легкий цитрусовий аромат, який запахає освіжаюче і приємно.

Стійкість: Сонячний Сплеск відзначається високою стійкістю до хвороб і добре переносить різні кліматичні умови.

Колір листків: Листки рослин зелені з легкими фіолетовими відтінками, що додає естетичну привабливість.

Переваги порівняно зі стандартними аналогами:

Довготривале цвітіння: Сонячний Сплеск цвіте значно довше, ніж багато інших сортів, роблячи садовий ландшафт більш кольоровим і привабливим.
Компактний розмір: Цей сорт має ідеальний розмір для садових контейнерів і міських садів, забезпечуючи можливість вирощування в обмежених просторах.

Ароматний бризк: Цитрусовий аромат квітів додає атмосфері свіжості та приємності.

Стійкість та легкість у догляді: Сорт демонструє високий рівень стійкості до хвороб, що робить його легким у догляді та підходить для різних кліматичних зон.

Естетичне листя: Фіолетові відтінки на листках додають декоративної привабливості, особливо восени. Це лише один із прикладів представлення нового сорту декоративних рослин та порівняння його характеристик зі стандартними аналогами.

Ландшафтний дизайн: Селекціонери створюють сорти рослин, які ідеально впишуться в ландшафтний дизайн. Це може включати створення красивих квіткових композицій, альпійських гірок, каскадів, живоплотів та інших декоративних елементів.

Садове господарство: Отримані сорти рослин використовуються для створення різноманітних садів, включаючи квітник, розарій, водні сади, японські сади та інші стилі садів. Це дозволяє садівникам створювати унікальні та привабливі садові композиції.

Паркове озеленення: У парках та громадських місцях використовуються сорти рослин для створення красивих алей, квіткових аранжувань, декоративних кущів і дерев. Це прикрашає зовнішній вигляд парків і робить їх більш привабливими для відвідувачів.

Паркові композиції: Отримані сорти рослин використовуються для створення симетричних та гармонійних композицій у парках і садах, що робить їх ідеальними для відпочинку та фотосесій.

При бордюрах доріг і тротуарів: Використання декоративних сортів рослин вздовж доріг і тротуарів може покращити зовнішній вигляд міського простору та створити приємну атмосферу для пішоходів і автомобілістів.

Отже, отримані сорти рослин відіграють ключову роль у створенні красивих, естетичних та функціональних середовищ в різних місцях, від приватних садів до громадських парків та міських просторів.

Висновки. Узагальнення результатів дослідження в області садово-паркової селекції рослин є ключовим для розвитку садово-паркового сектору і має ряд важливих аспектів:

Покращення естетики та краси ландшафтів: Розробка нових сортів і видів декоративних рослин робить ландшафти в парках, садах і громадських місцях більш привабливими і естетично вигідними. Це приваблює більше відвідувачів і сприяє розвитку туризму.

Підвищення стійкості і адаптивності рослин: Селекція декоративних рослин спрямована на покращення їхньої стійкості до шкідників, хвороб і змін клімату. Це допомагає знизити витрати на догляд та підтримку рослин, забезпечуючи їхню тривалу та стабільну красу.

Розширення можливостей дизайну і архітектури: Нові сорти рослин надають більше можливостей ландшафтним архітекторам та дизайнерам садів. Вони можуть використовувати різні кольори, форми і розміри рослин для створення унікальних і оригінальних композицій.

Розвиток галузі квітництва: Високоякісні рослини стають популярними серед професіональних садівників і звичайних споживачів, що сприяє розвитку галузі квітникарства.

Підтримка біорізноманіття та екосистем: Декоративні рослини сприяють збереженню біорізноманіття та покращенню екологічної різноманітності в парках і садах. Вони можуть також бути корисними для підтримки місцевих екосистем і збалансованого водного обігу. Узагальнення та впровадження результатів досліджень сприяють створенню більш природних, красивих і стійких ландшафтів, які поліпшують якість життя людей і сприяють збереженню природи.

Список використаних джерел

1. Методика проведення експертизи сортів рослин групи декоративних, лікарських та ефіроолійних, лісових на придатність до поширення Міністерство аграрної політики та продовольства України український інститут експертизи сортів рослин в Україні URL: <https://www.sops.gov.ua/uploads/page/5a5f417dd0990.pdf>

2. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть URL: http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/13869/1/31_%D0%A1_01.pdf

3. Генетика і селекція рослин. URL :<https://core.ac.uk/download/pdf/160158964.pdf>

Vladyslav YAREMCHUK²⁸,
1st year student,
Faculty of Agronomy, Horticulture and Plant Protection,
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine

OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES FOR GROWING SUNFLOWER FOR GRAIN IN THE VINNYTSIA REGION

Annotation. *The article examines the technological processes for growing sunflower for grain in Vinnytsia region. The main factors affecting yield and product quality were identified. The article is based on research conducted on the object from 2018 to 2022. The research results indicate that optimizing the technological processes for growing sunflower for grain can lead to an improvement in yield and product quality.*

Анотація. *У статті розглянуто технологічні процеси вирощування соняшнику на зерно в умовах Вінницької області. Були визначені основні фактори, що впливають на урожайність та якість продукції. В основі статті лежать дослідження, які були проведені з 2018 по 2020 рік. Результати досліджень вказують на те, що оптимізація технологічних процесів вирощування соняшнику на зерно може привести до покращення урожайності та якості продукції.*

Introduction. Sunflower is one of the most important grain crops in Ukraine, particularly in the Vinnytsia region, where a significant area of farmland is devoted to this crop. However, achieving high yields and quality of production depends on a multitude of factors. Accordingly, optimizing the technological processes of sunflower cultivation is a crucial task for agricultural enterprises. Among the factors that affect yield and product quality, soil moisture, nitrogen, phosphorus and potassium levels, pesticide use, planting methods and timing, cultivation techniques, and many others can be identified. Therefore, to achieve the maximum possible result, it is essential to consider and optimize all these factors in the process of growing sunflowers.

Research methodology. In order to conduct research on the cultivation of sunflowers and optimization of technological processes, experimental trials and accurate results, it is necessary to use research methods. In this case, various research methods were used in the studies conducted in the fields in Khmilnytskyi district of Vinnytsia region from 2018 to 2020, which allowed for a comprehensive analysis of sunflower cultivation and its impact on the quality and yield of the products.

Specifically, physical-chemical analysis of soil allows to determine its composition and properties, which in turn affects the ability of the soil to provide the necessary nutrients for sunflowers. Analysis of yield and product quality allows for

²⁸Науковий керівник, кандидат в с-г наук, доцент кафедри Української та іноземних мов ВНАУ Оксана Волошина.

an assessment of the effectiveness of the methods used for sunflower cultivation and their impact on product quality. Analysis of nitrogen and phosphorus content in the soil allows for an assessment of the availability of these nutrients, which is important for optimizing technological processes for sunflower cultivation. Measurement of climate parameters allows for the determination of the impact of climatic conditions on sunflower cultivation and to provide optimal conditions for its growth and development.



To achieve more accurate results, the fields were divided into several sections, where different methods of sunflower cultivation were used. This allowed for a comparative analysis of their effectiveness.

Methodology of research. Research conducted has allowed establishing a correlation between certain factors and the yield and quality of sunflower production. Specifically, the impact of soil moisture, nitrogen and phosphorus levels, pesticide use, cultivation techniques, sunflower variety, seeding area, and climatic conditions on these parameters was studied.[1]

The results showed that soil moisture is an important factor that affects yield and product quality. The best results were obtained at a soil moisture level of 20-25%, while a decrease or increase in this parameter leads to a decrease in yield and product quality.

The nitrogen and phosphorus levels in the soil also have a significant impact on sunflower yield and quality. The best results were obtained at nitrogen and phosphorus levels of 100-120 kg/ha and 40-50 kg/ha, respectively.

The research also showed that pesticide use can negatively affect product quality, particularly the content of fatty acids and vitamins. Therefore, it is necessary to choose effective and environmentally safe pesticides and apply them according to the manufacturer's recommendations.[2]

Cultivation techniques and sunflower variety also have an impact on yield and product quality. For example, using sunflower hybrids with high yield can improve cultivation results. Proper selection of cultivation techniques, such as using drip irrigation systems, can increase efficiency and reduce water costs.

Seeding area and climatic conditions can also affect yield and product quality. For instance, increasing the seeding area may decrease yield if additional resources

are not used to nourish the plants. Climatic conditions, such as temperature, precipitation, and sunlight, can also influence cultivation results.

Therefore, to increase sunflower yield and product quality, it is necessary to consider many different factors and provide optimal conditions for plant growth and development. To achieve optimal crop yields, it is important to maintain the proper level of soil moisture, ensure a high level of nitrogen and phosphorus in the soil, apply pesticides in the correct doses, use modern cultivation techniques, select hybrid varieties, and plant the optimal acreage. In addition, proper climatic conditions are an important factor.[3]

So, to achieve maximum sunflower yield and quality, it is important to maintain optimal growing conditions and use modern technologies and methods. The research data can be useful for farmers and sunflower producers who want to improve the quality and quantity of their production. For example, based on the research results, it is possible to recommend the use of optimal amounts of nitrogen and phosphorus in the soil, maintaining optimal soil moisture, proper use of pesticides, as well as appropriate methods and timing of planting.

In addition, the research has shown that the use of modern technologies, such as the application of mineral fertilizers, the use of hybrid sunflower varieties, irrigation systems, etc., can significantly increase crop yields and product quality.

Therefore, optimizing technological processes and using modern methods of sunflower cultivation can help farmers and producers achieve maximum crop yields and product quality, which is important for the effective development of Ukraine's agricultural industry. The research methodology can be expanded by adding additional indicators and metrics. For example, the impact of different types of soil on yield and product quality can be investigated, various methods of fertilizer application and their impact on yield and product quality can be studied, and the possibilities of using new hybrid sunflower varieties and their impact on yield and product quality can also be researched.



Conclusions. Research in this field has shown that optimizing technological processes for growing sunflowers for grain is an important factor in improving crop

yields and product quality. It has been found that soil moisture levels and the application of proper growing techniques are the main factors that influence the results of growing sunflowers for grain. In addition, the use of proper amounts of fertilizers, pest and disease control, as well as the correct choice of equipment and planting dates, are also important for achieving better results.

Since research has shown that there are still many factors that can affect the results of growing sunflowers for grain, future research in this field may focus on expanding research methodology and studying new factors. It is also worthwhile to conduct research on new hybrid varieties and their impact on yield and product quality, as this can help improve the results of growing sunflowers for grain.

References

1.Мазур В.А., Поліщук І.С., Телекало Н.В., Мордванюк М.О Рослинництво, навчальний посібник (II частина), Вінниця, 2020 р..

2.Система живлення соняшника на прикладі господарства у Вінницькій області , сезону 2020 р., (<https://agrovio.com.ua/>)

3.Журнал та мультимедійна платформа «Агробізнес сьогодні», стаття кандидата с.-г. наук Л. Губенко, Інститут землеробства НААН(<http://agro-business.com.ua/ahrrarni-kultury/item/19400-intensyvna-tekhnohiiia-vyroshchuvannia-soniashnyku.html>)

Анна МУСІЙЧУК²⁹,

студентка 3-го курсу,

Факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ПРАВИЛЬНА СІВОЗМІНА ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Анотація. Агрономічна роль сівозміни на різних етапах розвитку землеробства і особливо за умов його інтенсифікації впливає із загального завдання наукового землеробства. За визначенням К. А. Тімірязєва і Д. М. Прянішнікова, це завдання - в узгодженні вимог культурних рослин з умовами вирощування. За відповідних кліматичних умов і природних властивостей ґрунту оцінка сівозміни залежить від того, як впливають попередні культури і заходи їх вирощування (обробіток ґрунту, удобрення та ін.). Відомо, що цей вплив неоднаковий. Отже, створюються деякі відмінності у властивостях ґрунту і його родючості залежно від попередніх культур. Їх необхідно враховувати при розміщенні сільськогосподарських культур на полях. Інакше кажучи, встановлювати науково обґрунтоване чергування культур.

²⁹Науковий керівник к. с.-г. н., ст. викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Людмила Пелех.

***Annotation.** The agronomic role of crop rotation at various stages of agricultural development and especially under the conditions of its intensification follows from the general task of scientific agriculture. According to the definition of K. A. Timiryazev and D. M. Pryanishnikov, this task is to match the requirements of cultivated plants with growing conditions. Under appropriate climatic conditions and natural soil properties, the assessment of crop rotation depends on the effect of previous crops and measures of their cultivation (tillage, fertilization, etc.). It is known that this influence is not the same. Therefore, some differences are created in the properties of the soil and its fertility depending on the previous crops. They must be taken into account when placing agricultural crops on the fields. In other words, to establish a scientifically justified alternation of cultures.*

Вступ. Властивості ґрунтів, навіть найродючіших, таких як чорноземи, не завжди відповідають потребам культурних рослин, особливо їх високоврожайних сортів. Тому створення необхідних умов для росту сільськогосподарських культур, раціональне використання і захист ґрунтів, збереження та підвищення їхньої родючості є основним завданням на всіх етапах розвитку землеробства. У системі агротехнічних заходів найбільш цілеспрямовано на ґрунт впливає сівозміна.

Враховуючи біологічні особливості й здатність польових культур не тільки використовувати, а й активно відновлювати родючість ґрунту, сівозміна істотно впливає на такі фактори родючості, як забезпеченість поживними речовинами і вологою, вміст гумусу, біологічний режим, фізичні властивості та швидкість детоксикації шкідливих речовин, що надходять у ґрунт при його сільськогосподарському використанні.

Крім того, сівозміна зумовлює агрономічну стратегію підвищення продуктивності ґрунту і врожайності сільськогосподарських культур, визначає та взаємопов'язує в єдиний комплекс усі ланки системи землеробства. Від спеціалізації сівозмін, складу і чергування культур залежать системи удобрення, механічного обробітку ґрунту та інших агротехнічних і меліоративних заходів [1].

Виклад основного матеріалу. З поглибленням спеціалізації сівозмін (насиченням їх провідними культурами, впровадженням нових високоврожайних сортів і гібридів, зростанням масштабів застосування добрив і хімічних засобів захисту рослин та енергомістких технологій вирощування) ускладнюється система управління родючістю, підвищуються вимоги до ґрунтів. Вони повинні забезпечувати посіви не тільки сприятливим водно-повітряним і поживним режимами, а й мати помітну фітосанітарну функцію, здатність запобігати утворенню високої концентрації внесених хімічних сполук тощо.

Для досягнення такого якісно нового рівня родючості необхідно, щоб у зональних науково обґрунтованих системах землеробства провідними положеннями агротехнічного комплексу щодо родючості ґрунту були оптимізація гумусового та фізико-хімічного стану ґрунтового покриву,

регулювання балансу поживних речовин і вологи та запобігання явищам ґрунтовтоми. Регулювання балансу поживних речовин, а при зрошенні - й водного режиму багато в чому уже тепер може здійснюватися технічними засобами. Щодо біологічних факторів (таких як діяльність ґрунтової біоти, гумусовий і фітотоксичний режими ґрунту), то з поглибленням спеціалізації вони важче піддаються управлінню, тому багато в чому лімітують продуктивність землі. В оптимізації цих факторів провідна роль належить сівозмінам.

Сівозміна - це науково обґрунтоване чергування сільськогосподарських культур і парів у часі й на території або тільки в часі. Чергування в часі - це щорічна або періодична зміна культур і чистого пару на конкретно взятому полі. Чергування на території означає, що земельний масив сівозміни поділений на поля, де щороку (почергово) вирощуються культури. На кожному полі вони чергуються в часі [2].

В основі сівозміни лежить науково обґрунтована структура посівних площ, під якою розуміють співвідношення площ посівів різних сільськогосподарських культур і чистих парів, виражене у відсотках до загальної площі сівозміни. Вона розробляється відповідно до спеціалізації господарства.

Сільськогосподарські культури і заходи щодо їх вирощування неоднаково впливають на фізичні, хімічні й біологічні властивості ґрунту не тільки в період їх вирощування, а й у наступні роки. Саме тому при розміщенні культур у сівозміні слід дотримуватися певного порядку їх чергування, який ґрунтується на неоднаковому відношенні різних сільськогосподарських рослин до родючості ґрунту, тобто необхідно кожен культуру забезпечити добрим попередником.

Попередником називається культура або пар, які займали дане поле в попередньому році.

Паром називається поле, на якому протягом певного періоду не вирощують сільськогосподарських культур і утримують його в чистому від бур'янів стані.

Чистий пар - це поле, вільне від сільськогосподарських культур протягом вегетаційного періоду і утримується в чистому від бур'янів стані. За строками основного обробітку ґрунту чисті пари поділяють на чорні та ранні.

Чорний пар - це чистий пар, обробіток якого починають влітку або восени після збирання попередника.

Ранній пар - це чистий пар, основний обробіток якого починають навесні наступного року після зібраного влітку чи восени попередника.

Чорний пар ефективніший, ніж ранній. Як правило, поле під ранній пар залишають тоді, коли з певних організаційних причин його не вдається виорати восени.

Якщо на поверхні ґрунту необхідно залишити рослинні рештки для захисту його від ерозії й затримання снігу, поле відводять під ранній пар. Оранку на такому полі проводять навесні, коли мине загроза пилових бур.

До чистого пару належить і кулісний пар, тобто поле, на якому висівають високостеблі рослини (кукурудзу, сорго, соняшник, гірчицю тощо) для затримання снігу і запобігання ерозії ґрунту. Кулісні рослини висівають стрічками або окремими рядками на відстані 10-20 м один від одного.

Чисті й кулісні пари використовують лише в посушливих південних і південно-східних районах, де основною їх функцією є нагромадження вологи. Крім того, вони сприяють нагромадженню елементів живлення в ґрунті та ефективній боротьбі з бур'янами, особливо з таким досить поширеним, як гірчак рожевий. Тому ці пари в посушливому Степу є агротехнічною основою польових сівозмін [3].

Численні дані переконують, що чистий пар у роки з посушливим літньо-осіннім періодом є єдиним попередником, який практично гарантує своєчасні сходи озимих культур, добрий розвиток рослин до входу їх у зиму, завдяки чому вони надійно захищають ґрунт від водної та вітрової ерозії.

У полі чистого пару поліпшуються фізичні та хімічні властивості ґрунту, посилюються мікробіологічні й біологічні процеси, інтенсивно розкладаються токсичні речовини. Чистий пар - ефективний засіб очищення ґрунту від бур'янів, поліпшення його фітосанітарного стану.

Чистий пар, як попередник, забезпечує найбільший вихід ваговитого насіння, яке дає дружні сходи, що здатні протистояти не тільки несприятливим погодним факторам весни, а й ураженню хворобами та пошкодженню шкідниками.

Чорний та ранній пари в степовій зоні не можна вважати рівноцінними. Перший забезпечує вищий урожай озимої пшениці, ефективніший у сівозмінах. Різниця в урожайності озимої пшениці на користь чорного пару в дослідках становить 3-5, а у виробничих посівах - 5-8 ц/га і більше.

Наявність чорного пару в сівозмінах надає сталості структурі посівних площ та запланованих зборів продукції. Тільки завдяки впровадженню їх зменшується загибель та пересів пшениці, підвищується вихід зерна з одиниці сівозмінної площі.

Всебічний позитивний вплив парування поля полягає в тому, що ґрунт на час сівби озимої пшениці перебуває в стані вищої готовності для проростання насіння культурних рослин. Витрати на обробіток та догляд за ним окуповуються врожайми польових культур. Тому чорний пар і впроваджують у посушливих районах, де інші відомі агрономічній науці заходи не забезпечують високих урожаїв, головним чином пшениці. В усіх зонах країни дуже поширені зайняті пари.

Зайнятим паром називають рано звільнені від культурних рослин поля, де не тільки можна обробити ґрунт, а й створити сприятливі умови для вирощування наступних культур. Цей пар має таку різновидність, як сидеральний пар, який засівають бобовими та іншими рослинами (люпином, сераделюю, буркуном білим, гірчицею тощо) для заорювання на зелене добриво.

Перелік сільськогосподарських культур і парів у порядку їх чергування в сівозміні називається схемою сівозміни. Вона відображає загальні риси ряду

подібних сівозмін з різним складом культур, але з однаковим співвідношенням і чергуванням груп культур. Наприклад, двом сівозмінам із таким чергуванням культур: I - 1 - еспарцет; 2 - озима пшениця; 3 - цукрові буряки; 4 - ячмінь з підсівом еспарцету; II - 1 - конюшина; 2 - озиме жито; 3 - картопля; 4 - овес із підсівом конюшини відповідає одна схема: 1 - багаторічні бобові трави; 2 - озимі зернові; 3 - просапні культури; 4 - ярі зернові з підсівом багаторічних трав. Незважаючи на те, що в другій сівозміні порівняно з першою замінені всі культури, обидві вони складені за однією схемою, оскільки чергування груп культур відбувається в одному порядку. В обох сівозмінах зернові займають два поля, а просапні й бобові трави - по одному.

В одному полі можна розміщувати дві культури і більше, якщо вони належать до однієї й тієї самої групи. Наприклад, у просапному полі можна розмістити картоплю і цукрові буряки, у полі ярих зернових - ячмінь, овес та ін. Поля, в яких окремо вирощуються дві і більше сільськогосподарських культур, називаються збірними.

Припустимо, що на певній площі ріллі необхідно розмістити конюшину, ячмінь, картоплю, озиму пшеницю, причому кожна з них має зайняти майже однакову площу. Тоді ріллю ділять на чотири рівні частини (поля), кожен з яких засівають однією з названих культур. Якщо ці культури вирощуватимуться на одному й тому самому полі понад 2 роки підряд, то їх називають повторними.

Беззмінна культура - це сільськогосподарська культура, яку тривалий час вирощують на одному полі поза сівозміною.

Монокультура - це єдина сільськогосподарська культура, яку вирощують у господарстві.

Термінами беззмінна культура і монокультура іноді користуються як синонімами, тому що монокультура призводить до беззмінності посівів. Якщо в монокультуру ввести чистий пар, то беззмінність порушиться і єдина культура буде вирощуватися вже у сівозміні, наприклад, чистий пар - озима пшениця - озима пшениця [4].

Найкращий порядок чергування вказаних вище чотирьох польових культур у перший рік такий: 1 - конюшина, 2 - озима пшениця, 3 - картопля, 4 - ячмінь з підсівом конюшини. На п'ятий рік у першому полі знову буде конюшина, за якою будуть розміщуватися решта культур у тій самій послідовності.

Період, протягом якого сільськогосподарські культури і пар проходять через кожне поле послідовно, за передбаченою схемою, називається ротацією сівозміни. Ротацію, як правило, зображають у вигляді переліку культур у порядку послідовної їх зміни в часі на одному й тому самому полі. Зміну культур на всіх полях показують у вигляді таблиці, яку називають ротаційною. Вона являє собою план розміщення культур і чистого пару по полях та роках на період ротації сівозміни. Тривалість ротації, як правило, дорівнює кількості полів у сівозміні.

Припустимо, що на рік освоєння сівозміни в першому полі розміщують картоплю, другому - конюшину, третьому - ячмінь з підсівом конюшини, четвертому - озиму пшеницю. Ротаційна таблиця матиме вигляд, показаний у табл. 13. Розміщення культур на полях може бути довільним, лише б усі вони щорічно займали по одному полю. За роками ж необхідно суворо дотримуватися встановленого порядку чергування.

Таблиця 1

Ротаційна таблиця чотирипільної сівозміни

Рік ротації	Поля сівозміни			
I	II	III	IV	
2006	Картопля	Конюшина	Ячмінь з підсівом конюшини	Озима пшениця
2007	Ячмінь з підсівом конюшини	Озима пшениця	Конюшина	Картопля
2008	Конюшина	Картопля	Озима пшениця	Ячмінь з підсівом конюшини
2009	Озима пшениця	Ячмінь з підсівом конюшини	Картопля	Конюшина
2010	Картопля	Конюшина	Ячмінь з підсівом конюшини	Озима пшениця

Із ротаційної таблиці 1. видно, що на п'ятий (2010 р.) культури будуть розміщені по полях так само, як і в першій (2006) рік. Це означає, що в 2009 р. закінчилася перша ротація сівозміни, а в 2010 р. почалася друга. Проте це не рух по замкнутому колу.

Методологічне повторення ротації можна представити як розвиток по висхідній спіралі, в процесі якого відбуваються зміни в самій ротації як щодо складу і чергування культур, так і її тривалості. Ці зміни зумовлюються новими досягненнями науки та досвідом виробництва і не порушують основ сівозміни [5].

Висновок. Для підвищення врожайності необхідна сівозміна, оскільки вирощування культур на одному полі (місці) виснажує ґрунт і підвищується ризик розвитку хвороб і шкідників. Рослини розміщують у полі так, щоб кожне дерево поверталось у вихідне положення не раніше ніж через 3-4 роки. Тому рекомендуємо використовувати сівозміну в правильному порядку для підтримки екологічного стану ґрунтів.

Список використаних джерел

1. Ткачук О.П., Шкатула Ю.М., Тітаренко О.М., Сільськогосподарська екологія. Збірник: Вінниця. 2020. – 52 с.
2. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво. Л.:

3. НВФ “ Українські технології ”, 2021. 624 с. .

4. Забарський В. К. Економіка сільського господарства. Навчальний посібник. / В. К. Забарський, В. І. Мацібора, А. А Чалий. – К.: Каравелла –2020. – 264 с.

5. Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Паламарчук В. Д., Поліщук І.С. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Підручник. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2020. 448 с.

6. Квітко Г.П., Поліщук І.С., В.А. Мазур, І.Г. Протопіш та ін. „Багаторічні трави як фактор стабільного землеробства України“ 54 Землеробство. Вип.85. Міжвід.темат.наук.зб., К: 2021.-С.63-71.

Катерина БАЛАКІР³⁰,

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

ПРАВИЛЬНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ТА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ, ПЕСТИЦИДІВ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН

***Анотація.** стаття присвячена дослідженню правильного застосування органічних та мінеральних добрив, пестицидів та регуляторів росту рослин. У статті розглядається огляд останніх досліджень та публікацій в цій області, а також аналіз ефективності та впливу цих засобів на рослини та навколишнє середовище. Висновки статті підкреслюють, що правильне застосування цих засобів може покращити врожайність та якість врожаю, а також зберегти різноманітність рослин та екосистему.*

***Ключові слова.** органічні добрива, мінеральні добрива, пестициди, регулятори росту рослин, врожайність, якість врожаю.*

***Annotation.** the article is devoted to the study of the correct use of organic and mineral fertilizers, pesticides and plant growth regulators. The article focuses on a review of recent research and publications in this area, as well as an analysis of the effectiveness and effects of these agents on plants and the environment. The conclusions of the article indicate that the correct application of these means can improve the yield and quality of the crop, as well as preserve the diversity of plants and ecosystems.*

***Keywords.** organic fertilizers, mineral fertilizers, pesticides, plant growth regulators, yield, crop quality.*

***Постановка проблеми.** Сільське господарство є ключовою галуззю, яка забезпечує нашу їжу та життя. Проте, різні засоби, такі як органічні та*

³⁰Науковий керівник – к.с.-г. н. доцент кафедри землеробства ґрунтознавства та агрохімії Ольга МАЦЕРА.

мінеральні добрива, пестициди та регулятори росту рослин, часто використовуються для забезпечення врожайності та якості врожаю. Якщо ці продукти використовуються неправильно, вони можуть мати негативний вплив на рослини та навколишнє середовище. Тому необхідно дослідити, як правильно застосовувати ці засоби для забезпечення оптимальної врожайності та якості врожаю, а також для збереження різноманітності рослин та екосистеми.

Органічні та мінеральні добрива, пестициди та регулятори росту рослин є необхідними елементами в сільському господарстві для забезпечення високої якості та кількості врожаю. Проте, неправильне використання цих продуктів може призвести до серйозних проблем для навколишнього середовища та здоров'я людини. У цій статті ми розглянемо останні дослідження та публікації щодо правильного застосування органічних та мінеральних добрив, пестицидів та регуляторів росту рослин.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідники з Університету Каліфорнії Д. Рід, Е. Бреннан і Р. Хюманс [8] провели дослідження, яке показало, що використання органічних добрив може забезпечити більш стійкі та здорові рослини, що в свою чергу підвищує врожайність та покращує якість продукції. У своїй статті в журналі "Frontiers in Plant Science" вони підкреслюють, що використання органічних добрив може мати позитивний вплив на екологічну стійкість та біорізноманіття [1].

Дослідження, проведене в Університеті Мічигану, показало, що правильне застосування мінеральних добрив може знизити витрати на вирощування рослин та забезпечити збільшення врожаю. Так, Н. Кірі, К. Балден і Д. Кіслінг [9] вказують на те, що використання мінеральних добрив може бути особливо ефективним для збільшення врожайності зернових культур. Дослідження, проведені в Університеті Квінсленда, показали, що правильне використання пестицидів може знизити ризик пошкодження рослин шкідниками та захистити врожай від втрат. Дослідники Р. Ексділ та Е. Челленджер [10] вказують на те, що використання пестицидів може бути надзвичайно важливим для забезпечення продуктивності та ефективності сільськогосподарського виробництва.

Також дослідження, проведене в Університеті Вісконсіна-Медісон, показало, що правильне застосування регуляторів росту рослин може забезпечити більш рівномірний ріст рослин та покращити якість врожаю. Дж. Готьє та Х. Нонака [11] вказують на те, що використання регуляторів росту може бути особливо корисним для культур, таких як картопля та яблука, де необхідно забезпечити рівномірний ріст та формування плодів. Проте дослідники підкреслюють, що необхідно дотримуватися правильної дози та часу застосування регуляторів росту, щоб уникнути негативного впливу на рослини та навколишнє середовище.

В цілому дослідження показують, що правильне застосування органічних та мінеральних добрив, пестицидів та регуляторів росту рослин може мати позитивний вплив на врожайність, якість продукції та екологічну стійкість

сільськогосподарського виробництва. Проте необхідно дотримуватися правильної дози та часу застосування, щоб уникнути негативного впливу на рослини, ґрунт та навколишнє середовище.

Представлення основного дослідницького матеріалу. Недавні дослідження показали, що правильне застосування органічних та мінеральних добрив може покращити врожайність та якість врожаю, знизити негативний вплив на навколишнє середовище та збільшити різноманітність рослин. Органічні добрива, такі як компост та навоз, мають високий вміст органічних речовин, які допомагають збільшити біологічну активність ґрунту та покращити його структуру. Мінеральні добрива, з іншого боку, містять мінеральні елементи, необхідні для рослин, такі як азот, фосфор та калій, яких може не вистачати у ґрунті [3].

При використанні пестицидів та регуляторів росту рослин важливо дотримуватися рекомендацій та доз, щоб запобігти можливому негативному впливу на рослини та навколишнє середовище. Недавні дослідження показують, що використання пестицидів та регуляторів росту рослин може збільшити врожайність та якість продукції, але також може мати негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей, які споживають продукти з рослин, на які були застосовані ці засоби.

Дослідження проводяться в рамках міжнародних програм, таких як "Глобальний альянс досліджень з сільськогосподарських парникових газів", яка досліджує вплив сільськогосподарської діяльності на зміну клімату, або "Міжнародний інститут рослинного живлення", який працює над покращенням ефективності використання добрив та зменшення їх негативного впливу на навколишнє середовище [5].

За результатами досліджень правильне застосування органічних та мінеральних добрив може значно збільшити врожайність та якість продукції, а також зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Наприклад, дослідження, проведені Міжнародним інститутом рослинного живлення, показали, що використання добрив у правильних дозах може збільшити врожай на 30-50%.

Що стосується пестицидів, відомо, що їх правильне застосування може значно зменшити ризик пошкодження рослин шкідниками та хворобами. Проте необхідно дотримуватися правил використання та враховувати їх вплив на навколишнє середовище та здоров'я людини [2]. Щодо регуляторів росту, дослідження показують, що їх правильне застосування може збільшити врожайність та якість продукції, а також зменшити час збирання врожаю. Проте необхідно провести детальні дослідження їх впливу на здоров'я людини та навколишнє середовище, щоб уникнути негативних наслідків.

Органічні добрива включають різні рослинні та тваринні залишки, такі як компост, навоз, курячий послід та інші. Вони є природним джерелом добрив та мають позитивний вплив на здоров'я ґрунту та рослин, а також не мають шкідливого впливу на навколишнє середовище. Однак використання органічних

добрив може бути недостатнім для забезпечення високої якості та врожайності продукції. Мінеральні добрива, які виготовляються з мінералів, таких як азот, фосфор та калій, забезпечують швидкий та ефективний ріст рослин. Однак неправильне використання мінеральних добрив може призвести до забруднення підземних та поверхневих вод, забруднення ґрунту, втрати біорізноманіття та інших негативних наслідків.

Останні дослідження показують, що правильне застосування органічних та мінеральних добрив, пестицидів та регуляторів росту рослин може забезпечити збільшення врожайності та зменшення витрат на вирощування рослин [4]. Що стосується органічних добрив, дослідники з Університету Каліфорнії встановили, що вони можуть забезпечити більш стійкі та здорові рослини, що в свою чергу підвищує врожайність та покращує якість продукції. Крім того, використання органічних добрив може мати позитивний вплив на екологічну стійкість та біорізноманіття [1]. Дослідження проведене в Університеті Мічигану показало, що правильне застосування мінеральних добрив може забезпечити збільшення врожайності та зменшення витрат на вирощування рослин. Інші дослідження, проведені в Університеті Квінсленда, показали, що використання пестицидів може бути важливим для забезпечення продуктивності та ефективності сільськогосподарського виробництва [10].

Окрім того, дослідження показали, що правильне застосування регуляторів росту рослин може забезпечити більш рівномірний ріст рослин та покращити якість врожаю. Однак важливо дотримуватися рекомендацій щодо дози та часу застосування, щоб уникнути негативного впливу на рослини та навколишнє середовище [11].

Заключення. Правильне застосування органічних та мінеральних добрив, пестицидів та регуляторів росту рослин є важливим фактором для забезпечення високої врожайності та якості продукції в сільському господарстві. Дослідження показують, що використання цих засобів може мати позитивний вплив на екологічну стійкість та біорізноманіття. Однак необхідно дотримуватися рекомендацій щодо дози та часу застосування, щоб уникнути негативного впливу на рослини, ґрунт та навколишнє середовище. Для подальших досліджень важливо дослідити вплив цих засобів на здоров'я людини, а також розробити нові методи застосування, які б забезпечили ефективність сільськогосподарського виробництва та одночасно зберегли навколишнє середовище.

У дослідженні, проведеному у Мічиганському університеті, було показано, що правильне застосування мінеральних добрив може знизити витрати на вирощування рослин та забезпечити зростання врожаю. Водночас дослідники попереджають, що надмірне використання мінеральних добрив може призвести до забруднення ґрунту та води [8]. Щодо пестицидів, дослідження, проведені в Університеті Квінсленд, показали, що правильне використання пестицидів може знизити ризик пошкодження рослин шкідниками та захистити врожай від втрат. Однак надмірне використання

пестицидів може призвести до негативних впливів на здоров'я людини та екосистему в цілому.

Щодо регуляторів росту рослин, дослідження показали, що їх правильне застосування може забезпечити ранній врожай та знизити витрати на вирощування рослин. Однак недбале використання регуляторів росту може призвести до небажаних наслідків, таких як погіршення якості продукції та здоров'я людини. Тому правильне використання органічних і мінеральних добрив, пестицидів та регуляторів росту рослин може забезпечити збільшення врожаю та зниження витрат на вирощування рослин. Однак важливо бути обережними і застосовувати їх у розумних кількостях, щоб уникнути негативних наслідків для екосистеми та здоров'я людини [6].

Аналіз наукових досліджень [1-3] показує, що оптимальне використання органічних і мінеральних добрив залежить від типу ґрунту, типу рослин та рівня живлення. Крім того, додавання мікроелементів до добрив може значно покращити ефективність їх використання та забезпечити високу якість продукції.

Пестициди використовуються для захисту рослин від шкідливих комах, грибів та інших шкідників, які можуть завдати шкоди врожаю. В даний час на ринку існує велика кількість різних пестицидів, які можуть мати різний вплив на здоров'я людини та навколишнє середовище. Таким чином, правильне використання пестицидів може значно знизити втрати врожаю та покращити якість продукції [7]. Однак неналежне використання пестицидів може призвести до негативного впливу на навколишнє середовище, здоров'я людини та тварин. Тому важливо використовувати пестициди з урахуванням їх токсичності, правильної дози та періоду застосування.

Зокрема, регулятори росту рослин використовуються для стимуляції або припинення росту рослин. Їх можна використовувати для збільшення врожаю, покращення якості продукції та захисту від шкідників. Однак неналежне використання регуляторів росту може негативно позначитися на здоров'ї людини та навколишньому середовищі. Наприклад, деякі регулятори росту можуть накопичуватися в їжі та відходах, що може негативно вплинути на здоров'я людини та тварин. Крім того, деякі регулятори росту можуть становити загрозу диким тваринам та екосистемам, які залежать від певних видів рослин. Останні дослідження показують, що правильне застосування регуляторів росту може значно збільшити врожай та якість продукції, а також скоротити час збору врожаю. Однак перед застосуванням регуляторів росту важливо провести докладне дослідження їх впливу на здоров'я людини та навколишнє середовище [12].

Крім того, важливо враховувати особливості культури та ґрунту, на якому вона вирощується, при виборі регулятора росту. Наприклад, деякі регулятори можуть бути небезпечними для певних типів рослин або мати негативний вплив на розвиток кореневої системи. Загалом використання хімічних засобів захисту рослин та регуляторів росту має свої позитивні та негативні сторони, і важливо забезпечити їх безпечне та ефективне використання. Це можливо завдяки

новітнім технологіям та методам, таким як точне сільське господарство, які дозволяють застосовувати захисні засоби та регулятори росту як ефективно та точно, як можливо, зменшуючи вплив на навколишнє середовище та здоров'я людини та тварин.

Висновки з цього дослідження та перспективи. Це дослідження підтверджує, що правильне використання органічних та мінеральних добрив, пестицидів та регуляторів росту може покращити продуктивність і забезпечити населення високоякісною продукцією харчування. Органічні добрива, такі як компост, гумус та рідка навозова рідина, можуть покращити структуру ґрунту та збільшити вміст поживних речовин у ґрунті, що збільшує врожай культурних рослин. Однак важливо правильно дозувати органічні добрива, оскільки їх надмірне використання може призвести до забруднення підземних вод та інших негативних наслідків. Мінеральні добрива є важливими для забезпечення рослин необхідними поживними речовинами. Проте їх надмірне використання може призвести до забруднення навколишнього середовища та зменшення врожаю в майбутньому.

Пестициди та регулятори росту рослин можуть бути важливими інструментами для боротьби зі шкідниками та захисту від хвороб. Однак їх використання повинно бути обмеженим та правильно дозованим для запобігання негативних наслідків для людей та навколишнього середовища. Перспективи на майбутнє полягають у подальшому дослідженні та вдосконаленні технологій, які зменшать вплив добрив, пестицидів та регуляторів росту на навколишнє середовище, а також забезпечать стале розвиток сільського господарства. Наприклад, використання біологічних методів боротьби зі шкідниками та хворобами рослин може знизити потребу в хімічних пестицидах. Також розробка та використання наноматеріалів може покращити ефективність добрив та зменшити їх вплив на довкілля.

Крім того, важливо продовжувати дослідження та розробку нових регуляторів росту рослин, які збільшать врожай та забезпечать якість продукції. Наприклад, генетична модифікація рослин може допомогти створити культури, які більш стійкі до шкідників та хвороб.

Загалом, правильне застосування органічних та мінеральних добрив, пестицидів та регуляторів росту є важливим для забезпечення високоякісного виробництва в сільському господарстві. Проте їх використання повинно бути обмеженим та правильно дозованим для запобігання негативних наслідків для людей та навколишнього середовища. Важливо продовжувати дослідження та вдосконалювати технології для забезпечення сталого розвитку сільського господарства та збереження природних ресурсів.

Список використаних джерел

1. Білецька О. І., Чегун І. І., Краснянський В. С. (2019). Вплив різних доз органічних та мінеральних добрив на вміст азоту, фосфору та калію у ґрунті та ріст біомаси кукурудзи. Науковий вісник НЛТУ України, 29(9), 58-63.

2. Козак О. М., Миронова Т. В., Хіміч Н. В. (2020). Використання біологічних препаратів як альтернативи хімічним пестицидам у вирощуванні овочевих культур. Науковий вісник НУБіП України. Серія: Технологія і енергетика сільськогосподарства, 293, 159-165.

3. Кононова І. В., Кузнецова О. І., Тарасенко Л. В. (2019). Дослідження впливу різних доз мінеральних добрив на вміст елементів у плодах гарбуза. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Біологічні науки, 1(1), 33-38.

4. Краснянський В. С., Якимчук Р. В., Білецька О. І. (2020). Вплив органічних та мінеральних добрив на розвиток та врожайність пшениці. Науковий вісник НЛТУ України, 30(6), 11-16.

5. Матвієнко В. Ю., Ковалова Л. В., Кушир Л. М. (2021). Вплив різних типів мікродобрив на якість озимої пшениці. Аграрний вісник Чорноморського узбережжя, 1(1), 97-103.

6. Мережко І. О., Панченко Л. І., Ревенко О. М. (2021). Дослідження впливу різних типів пестицидів на якість плодових культур. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України, 261(1), 97-103.

7. Ярмоленко В. С., Єфремова Ю. І., Богданова Н. С. (2020). Оцінка ефективності застосування регуляторів росту в технології вирощування овочевих культур в умовах Полісся. Науковий вісник НУБіП України. Серія: Агрономія, 242(1), 32-38.

8. Рід К., Бреннан Е., Хюманс Р. (2019). Використання органічних добрив може збільшити стійкість рослин і покращити якість продукції. Фронтіри у рослинній науці, 10,

9. Кірі Н., Балден К., Кіслінг Д. (2018). Правильне застосування мінеральних добрив може знизити витрати на вирощування рослин і збільшити врожайність. Журнал ґрунтознавства та водоохорони, 73(3), 64-69.

10. Ексделл Р., Челленджер А. (2017). Використання пестицидів.

Oleksander DEMTCHUK³¹,

3-nd year student,

Faculty of Agronomy and Forestry,

Vinnitsia National Agrarian University

Vinnitsia, Ukraine

THE FERTILIZER SYSTEM OF SWEET CORN

Анотація. Данна стаття досліджує ефективність використання різних видів удобрень на врожайність цукрової кукурудзи. У статті наведено результати експериментів з використанням різних доз азотних, фосфорних та

³¹Науковий керівник – к.с.-г. н. доцент кафедри землеробства ґрунтознавства та агрохімії Ольга МАЦЕРА

калійних добрив, а також комбінацій удобрень. Дослідження також показало, що використання удобрень в занадто великих дозах може мати негативний вплив на врожайність, тому рекомендується дотримуватись оптимальних доз. Узагальнюючи, стаття надає важливі висновки щодо ефективності системи удобрення цукрової кукурудзи, які можуть бути корисні для фермерів та аграрних досліджень.

Annotation. This article examines the effectiveness of using different types of fertilizers on the yield of sweet corn. The article presents the results of experiments using different doses of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers, as well as combinations of fertilizers. The study also showed that the use of fertilizers in too large doses can have a negative effect on yield, so it is recommended to adhere to optimal doses. In summary, the paper provides important conclusions about the effectiveness of the sweet corn fertilization system that may be useful for farmers and agricultural research.

Introduction. Corn is an important technical crop, which is characterized by universality of application and high yield. Corn needs much more fertilizer than other grain crops. It gives high yields where the soil contains a large amount of nitrogen, phosphorus, potassium and other important elements. At the first stages of development, corn is very demanding on the presence of readily available nutrients in the soil, especially phosphorus.

The level of application of basic mineral fertilizers to corn crops depends on the precursor and the presence of nutrients in the soil. Phosphorus is an important element for the development of the root system of corn and accelerates the establishment of reproductive organs. Therefore, to provide corn with readily available nutrients, it is necessary to apply small doses of mineral fertilizers during sowing. For the main feeding, the best nitrogen fertilizer is ammonium nitrate, anhydrous ammonia, ammonia water; phosphoric fertilizer - superphosphate, and potassium - potassium sulfate, kalimag, potassium-magnesium concentrate. Complex fertilizers such as amphos, diamphos, nitroammophos, sulfoammophos and others are also highly effective. It is better to apply the norm of phosphorus and potash fertilizers in autumn under plowing. A part of nitrogen fertilizers (70-90%) is applied during spring cultivation, and the rest is used during the growing season. Recently, farmers have been using anhydrous ammonia, liquid complex fertilizers and KAS. Their advantage is full mechanization, and in addition to basic fertilizers, corn also requires trace elements. They cannot be replaced by other nutrients. Trace elements such as zinc, manganese, copper, boron and calcium are especially necessary.

During the growing season, corn absorbs 350-400 g/ha of zinc, 800 g/ha of manganese, and 50-60 g/ha of copper.

Presenting main material. Yablyukom agronomists told how to properly organize corn nutrition in order to get the maximum result:

1. The most needed trace elements in the phase of 3-7 leaves are sulfur, zinc, magnesium. During this period, the amount of grain and the quality of products are determined. It is important to correctly combine these trace elements with nitrogen

fertilization. Nitrogen during this period affects grain quality. Corn responds well to foliar fertilizing with urea (6 kg per 100 l of water). But, if during this period the air temperature is above +25 degrees, it is better to apply softer fertilizers.

2. If you apply nitrogen fertilizers in small amounts - in the phase of 3-5 leaves and then after another 2 weeks, it is better to use nitrogen microfertilizers instead of urea. Urea can be toxic for young leaves in the phase of 3-5 leaves, leaving burns on the leaf surface. In the later phase, at high air temperatures, urea remains on the leaves in the form of salt due to the rapid evaporation of the aqueous solution. In this case, it is better to choose highly concentrated nitrogen fertilizers, which are 100% safe and absorbed by the plant at any temperature.

3. Almost 3 kg/ha of zinc is needed to meet corn's need for zinc for a yield of 7-8 t/ha. Part of the need for zinc can be filled by applying Plantonite Zinc at the rate of 1 l/ha.

Potassium is necessary for corn in the first half of the growing season, especially after its predecessors: potatoes and root crops. Optimum feeding of corn with phosphorus and potassium increases the resistance of corn to stress factors and contributes to better filling of the cob. Microfertilizers in the form of chelates containing trace elements in an accessible form are better absorbed by the plant. Currently, Plantonite Corn fertilizers, which contain a full range of trace elements necessary for the formation of a good corn crop, have proven themselves well on the Ukrainian market.

Soil moisture. In the conditions of unbalanced distribution of precipitation during the vegetation period of crops and moisture deficit, sweet corn needs irrigation to realize its potential.

Depending on the moisture conditions, growers practice up to 3 waterings (during the formation of 9–10 leaves, before the panicle is thrown out and at the beginning of grain pouring). The best way to water plants is drip irrigation.

This method saves resources (moisture and fertilizers), increases the efficiency of their use. The amount of water for irrigation is calculated based on the daily need of corn in different periods of growth and development:

- ladders – 3 leaves – 10–15 m³/ha;
- 3 leaves - the beginning of the growth of leaf mass - 20–25 m³/ha;
- throwing out panicles – 35–40 m³/ha;
- flowering – 50–55 m³/ha;
- after flowering - 40 m³/ha.

The supply of moisture to the soil is the main requirement for the maximum utilization rate of nutrients. Considering the price of mineral fertilizers, this aspect of growing sweet corn needs special attention of agricultural producers.

As we can see from the graph (Fig. 1), the most likely decrease in sweet corn yield is due to water stress in the flowering phase. Up to 10% of the potential harvest of this crop can be lost in 1 day. Therefore, in order to avoid negative consequences, it is necessary to provide plants with moisture during this period.

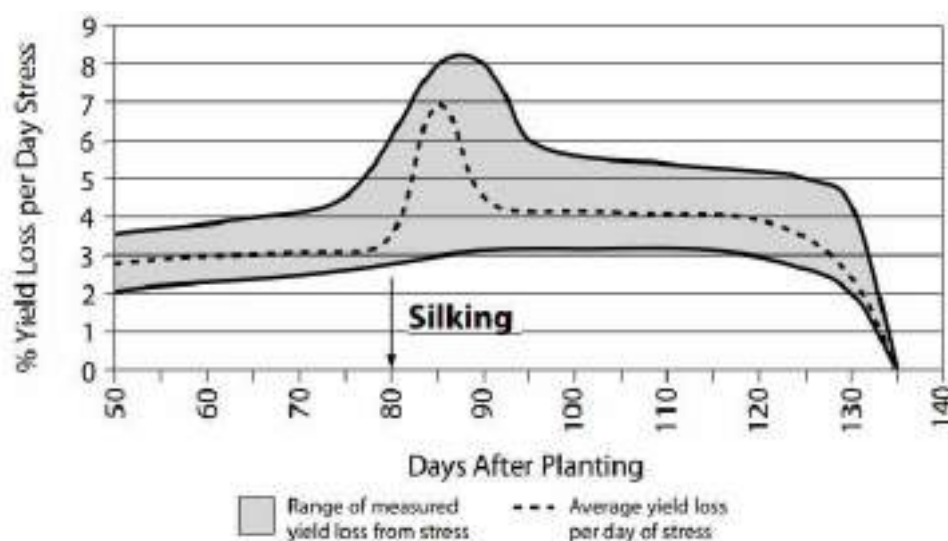


Fig. 1. Range of possible yield losses and average yield losses of corn due to plant water stress (Source: Corn Production Handbook)

Organic fertilizers. It is advisable to use organic fertilizers on soils with a low content of organic matter. A low content of organic matter in most cases also means a low level of provision of zinc and boron, especially on sandy soils. With a high content of organic matter, these microelements become more available, but the use of copper and manganese is blocked. An alternative for replenishing the soil with organic matter when growing corn can be side crops, in particular, vetch, white clover, rye, winter rapeseed, etc. Siderates have a positive effect on the retention of nutrients and moisture in the soil, and the effect of their cultivation can be compared to the application of manure at the rate of 20–30 t/ha.

Mineral fertilizers. 24–32 kg of nitrogen, 10–14 kg of phosphorus, 25–35 kg of potassium, 6–10 kg of calcium and magnesium each, 3–4 kg of sulfur, 200 g of iron, 110 g of manganese, 85 g of zinc, 14 g of copper, 1 g of molybdenum. In order to optimally provide plants with nutrients, fertilizers should be applied based on laboratory soil analysis.

Nitrogen. Sweet corn needs a significant amount of nitrogen for the development of vegetative and generative parts. To obtain a high yield of corn, mid-late and late hybrids need approximately 100–150 kg/ha of nitrogen (Cordea M. et al, 2011).

Table 1

Calculation of N fertilizer rates based on the content of nitrate nitrogen in the 0-60 cm soil layer. (University of Minnesota, 2010)

Planned yield (t/ha)	The content of nitrate nitrogen + N fertilizer for application (kg/ha)
4	80
6	125
8	160
10	200

Such high rates may be economically unprofitable for early and mid-early hybrids due to their too short growing season. It is optimal to apply nitrogen fertilizers in 2 or 3 terms. The first application is 10–20 kg of nitrogen at sowing together with phosphorus-potassium fertilizers. At the same time, fertilizers should be placed 5 cm to the side and down from the seed. Such a location will help save corn seed material from the negative effects of mineral fertilizers. The other two applications can be carried out in the same doses in the phases of 4–6 leaves and 10–12 leaves. The latter can provide plants in the period of greatest need - during the flowering phase.

Phosphorus and potassium directly affect the synthesis of carbohydrates. The need is established on the basis of the data of the agrochemical soil survey and the estimated removal by the planned harvest (Table 2). Phosphorus is most effective at the initial stages of growth and development of sweet corn, and potassium - from the 5-6 leaf phase to flowering. They can be applied in the main or pre-sowing fertilizer, partially at sowing (up to 20 kg/ha of P₂O₅ and K₂O). If organic fertilizers were applied, the doses of phosphorus and potassium can be reduced by up to 30%.

Table 2

Definition of the norm for application of phosphorus and potassium fertilizers (E.H. Gardner et al., 2000)

Degree of provision	Application rate (kg/ha)	
	P ₂ O ₅	K ₂ O
Low	100	135-200
Average	-	65-135
High	0	0

Optimum supply of plants with phosphorus and potassium increases the resistance of corn to thermal stress and lack of water, improves the amino acid composition of protein. Phosphorus and magnesium contribute to better filling of the grain, ensure uniform and faster ripening of the crop. Nitrogen has the greatest influence on the quality of grain, which, in addition to increasing yield, helps to increase the content of protein and fat in grain.

The physiological role of potassium for agricultural crops is manifested in the maintenance of favorable physicochemical properties of protoplasm for the vital activity of the cell. Potassium increases drought resistance of plants and resistance to fungal and viral diseases. Its positive effect on the synthesis of monosaccharides, their transformation into more complex carbohydrates and transport in plants is clearly evident. To provide sweet corn with potassium, magnesium- and sulfur-containing fertilizers are best suited.

If you apply potassium chloride, it is advisable to do it in the fall. Researchers have established the importance of potassium nutrition for obtaining high productivity of sweet corn. Thus, increasing the rate of potash fertilizers from 130 kg/ha to 180 kg/ha with a high potassium content in the soil helped accelerate plant

development and increase yield by 10% (B. imi et al.). The panicle shedding and flowering phases of sweet corn came 3–7 days earlier. Thus, by regulating potassium nutrition, the producer can influence the harvest period.

The need of sweet corn in trace elements differs from the usual one (Table 3).

The fundamental difference lies in the increased need of the former for manganese and boron - elements involved in the synthesis and transportation of carbohydrates in the plant. For the effective use of trace elements, it is advisable to apply microfertilizers in pre- or post-sowing application, and then adjust the rate with foliar fertilization during the growing season of corn.

Table 3

Corn's demand for micronutrients (Iowa State University, 1988)

Culture	Microelements					
	Mn	B	Cu	Zn	Mo	Fe
Sweet corn	+++	++	++	+++	+	++
Common corn	++	+	++	+++	+	++

*Need: +++ - High; ++ - Average; + - Low

The culture responds very positively to the autumn application of organic fertilizers (20-60 t/ha). Today, a picture is observed when macronutrients (NRK) are introduced by some farms more than necessary (especially nitrogen). However, it is important to remember that for each unit of macronutrients, the plant must be provided with a unit of micronutrients for optimal hormonal development (that is, in the absence of stress and the readiness of the plant to assimilate nutrients). Therefore, farms often do not see the effect of increasing the doses of fertilizers. In general, mineral nutrition must necessarily include macronutrients + micronutrients + phytohormone or amino acids. Violation of this triad reduces the efficiency of the fertilization system.

Fertilizer application terms and rates. The corn fertilization system consists of three methods: main, post-sowing and top dressing. It needs much higher rates of fertilizers than other grain crops, it is quite sensitive to the application of organic fertilizers, especially in Polissia. Often, it is not possible to obtain a high yield of this crop on sod-podzolic soils without their use. The recommended approximate rates of macrofertilizers in the active substance, depending on the type of soil, are for typical chernozem — N 120-140 P 90-110 K 70-90 kg/ha, dark gray and gray forest soils — N 140-160 P 90-120 K 80- 100 kg/ha, on ordinary and southern chernozem — N 90-120 P70-90 K 50-60 kg/ha. The exact amount of fertilizers is set taking into account the provision of soil with mobile compounds of nutrients according to the results of diagnostics or agrochemical certification, based on the data on the removal of nutrients by the crop and the coefficients of their use from the soil and fertilizers.

The main contribution. Complete mineral fertilizers are applied: in the steppe and forest-steppe areas of insufficient and unstable moisture under fescue cultivation or in the spring locally to a depth of 10-12 cm before applying the basic herbicide. When spreading fertilizers, they are worked into the soil at the same time as the basic herbicide. In Polissia and in the western regions of the Forest-Steppe, on sufficiently

moistened soils of light mechanical composition, phosphorus-potassium fertilizers are applied in the fall, and nitrogen fertilizers in the spring.

For the main treatment, it is recommended to use the following fertilizer options:

Nav (160-200 kg/ha); KAS (280-320 l/ha); Nav (400-450 l/ha) + NPK 9:25:25 (300-350 kg/ha); DAFK 10:26:26 (300-320 kg/ha); NPK 10:20:20 (350-400 kg/ha);

Nav (400-500 l/ha) + Ram (150-180 kg/ha); Rd.am. (160-180 kg/ha) on soils with a high potassium content

Nav (450-500 l/ha); Naa (250-300 kg/ha); Nbv (120-150 l/ha); KAS (300-330 l/ha) +

MIXTURE-RKD 3:18:18 (400-450 l/ha); 0:18:18 (400-450 l/ha); 0:21:22 (300-350 l/ha); 5:20:5 (300-320 l/ha); 6:24:6 (250-300 l/ha); 9:27:0 (250-300 l/ha) on the surface, Nav with digging into the soil at H=14-18 cm.)

Sowing application. In the first month, corn grows very slowly and absorbs few nutrients, but they, especially phosphorus, must be in sufficient quantity and in an accessible form, therefore, in the corn fertilization system, it is necessary to provide 10-20 kg of phosphorus fertilizers in the rows during sowing /ha P₂O₅. At the same time, the seeds and fertilizers should be separated by a layer of soil of 2–4 cm, so that the high concentration of the soil solution caused by the fertilizer does not damage the seeds.

Liquid fertilizers are well suited for post-sowing application, as they contain phosphorus in an accessible form for plants and their use does not lead to seed burns. Phosphorous fertilizers (P10-15) are applied to the rows, and complex granular (nitrophos, nitroamophos) are applied to the Polissia, and the norm for phosphorus is 10-15 kg/ha.

It is recommended to use the following fertilizer options:

NAFC 16:16:16 (80-100 kg/ha)

MIXTURE-RKD 10:10:10 (20-60 l/ha); 8:24:0, 9:29:0 (20-40 l/ha)

+ ME (Zn, Cu, Mn) locally, In-Furrow

Conclusions. As a result of the conducted research, it was established that the fertilization system for sweet corn, which is based on the use of various types of fertilizers and their optimal application, can significantly increase the yield and improve the quality of the obtained crop.

In particular, it was established that the use of complex fertilizer, which contains the required amount of nitrogen, phosphorus and potassium, at the stage of pre-sowing soil treatment can have a positive effect on the development of plants and increase their size and mass. It has also been established that the use of different types of fertilizers at different stages of plant development can help increase their resistance to stressful situations and improve the quality of the obtained crop.

References

1. Підживлення кукурудзи: що вносять і коли? 2018-06-05 “Яблуком”. Ел. ресурс. URL: <https://yablukom.ua/ua/interesno-znat/373-podkormka-kukuruzy-cho-vnosyat-i-kogda/>
2. Журнал “Агроном” Цукрова кукурудза: “Формуємо смак у полі”. Олексій Тарасенко, канд. с.-г. наук, компанія «Агрілаб» Опубліковано в журналі “Агроном”, 2018. Ел. ресурс. URL: <https://www.agronom.com.ua/tsukrova-kukurudza-formuyemo-smak-u-poli/>
3. Насіння, добрива та обладнання для фермерів, дачників та городників - Агровіта Дніпро Україна © 2006-2023 “Загальні рекомендації щодо застосування мінеральних добрив при вирощуванні цукрової кукурудзи та основні моменти технології”. Ел. Ресурс. URL: <https://agrovita.org.ua/78-obshchie-rekomendatsii-po-primeneniyu-mineralnykh-udobrenij-pri-vyrashchivanii-sakharnoj-kukuruzy-i-osnovnye-momenty-tehnologii/>
4. Українська агропромислова група (УПГ): Система удобрення кукурудзи. Ел. ресурс. URL: <https://uapg.ua/blog/sistema-udobrennya-kukurudzi/>
5. Система удобрення кукурудзи, Агрономія Сьогодні / П'ятниця, 16 травня 2014 14:57 Володимир Лихочвор, доктор с.-г. наук, професор, член-кореспондент НААН, завідувач кафедри рослинництва Львівського національного аграрного університету. ©2010 - 2022 Агробізнес сьогодні. Ел. Ресурс. URL: <http://agro-business.com.ua/aharni-kultury/item/435-systema-udobrennia-kukurudzy.html>

Адріана КАЛІНУШКА³²,
Студентка 3-го курсу,
Факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЗАСВОЄННЯ КУЛЬТУРНИМИ РОСЛИНАМИ СІРКИ, ВПЛИВ НА ЇХ РІСТ І РОЗВИТОК

Анотація. Особливу роль сірка відіграє в обміні речовин рослин. Вона бере участь у синтезі білка і обміні цукру, впливає на кількість і якість жиру в насінні, якість пшеничного борошна, цінність сіна як корму, смак і запах цибулі і часнику. Завдяки своїм функціям у житті рослин сірку можна включити поряд з азотом, фосфором і калієм як поживну речовину, що визначає врожайність і якість сільськогосподарських культур. Роль сірки в живленні рослин набула важливості в останні 10-15 років, коли було виявлено дефіцит цієї поживної речовини в рослинництві в більшості європейських країн,

³²Науковий керівник – к.с.-г. н. доцент кафедри землеробства ґрунтознавства та агрохімії Ольга МАЦЕРА.

включаючи Україну. Це відбулося в основному за рахунок зменшення викидів сірчистих сполук в атмосферу та кількості сірки, що надходить у ґрунт із мінеральними та природними добривами. Функції цього елемента та його все більш серйозний дефіцит у середовищі росту рослин вказує на те, що сірку слід розглядати поряд з іншими поживними речовинами при визначенні потреб у добриві сільськогосподарських рослин.

Annotation. *Sulfur plays a special role in plant metabolism. It participates in protein synthesis and sugar metabolism, affects the amount and quality of fat in*

the quality of wheat flour, the value of hay as fodder, the taste and smell of onions and garlic. Due to its functions in the life of plants, sulfur can be included along with nitrogen, phosphorus and potassium as a nutrient that determines the yield and quality of agricultural crops. The role of sulfur in plant nutrition has gained importance in the last 10-15 years, when a deficiency of this nutrient in crop production was discovered in most European countries, including Ukraine. This happened mainly due to the reduction of emissions of sulfur compounds into the atmosphere and the amount of sulfur entering the soil with mineral and natural fertilizers. The functions of this element and its increasingly severe deficiency in plant growth media indicate that sulfur should be considered alongside other nutrients when determining the fertilizer needs of agricultural plants.

Вступ. Сірка є необхідним елементом для всіх організмів і виконує широкий спектр функцій. Харчування рослин сіркою є особливо важливим, оскільки рослини є нашим основним джерелом незамінної амінокислоти метіоніну. Дефіцит сірки впливає на ріст, розвиток, стійкість до хвороб і продуктивність рослин, а також має великий вплив на поживну якість посівів.

З біохімічної точки зору сірка є надзвичайно цікавим мінеральним елементом, оскільки вона переходить у широкий діапазон ступенів окислення, що дозволяє сірковмісним сполукам брати участь у різноманітних хімічних реакціях. Крім того, утилізація сірки залежить від шляхів асиміляції, які включають сірку в органічні молекули або у відновленій формі органічних тіолів, або у вигляді органічних сульфатованих сполук.

Мета статті – полягає у вивченні процесу засвоєння культурними рослинами сірки, та впливу на їх ріст і розвиток.

Виклад матеріалу. В останні роки, з поступовим визнанням важливості сірки, дослідженням живлення рослин сіркою також приділяється все більше уваги. Дійсно, було систематичне дослідження поглинання сіркою та метаболічних процесів асиміляції сірки у рослинах.

Як відомо, сірка відіграє важливу роль у процесі стійкості рослин до біотичного та абіотичного стресу. Існує багато сірковмісних речовин, пов'язаних зі стресостійкістю рослин, включаючи глутатіон (GSH), S-вмісні білки, фітохелатини та глюкозинолати. Ці сірковмісні сполуки можуть підвищити стійкість рослин до різних стресів. Наприклад, глутатіон (GSH) є важливою антиоксидантною речовиною. Окисно-відновна система, що складається з її відновленого та окисненого станів, може усунути активні

форми кисню, що утворюються внаслідок окисного стресу, тим самим покращуючи стресостійкість рослин. Глюкозинолат є важливим вторинним метаболітом у рослинах, а продукти його розпаду є важливими речовинами в рослинах для стійкості до шкідників і травоядних.

Важливо зазначити, що сірка тісно пов'язана з урожайністю та якістю. Вміст сірковмісних амінокислот у рослинах є важливим показником для оцінки якості врожаю. Дефіцит сірки зменшує частку сірковмісних амінокислот у зерні культур, тоді як застосування сірки збільшує вміст сірковмісних білків, тим самим підвищуючи харчову цінність зерна. Крім того, рівень постачання сірки впливає на швидкість вилучення пшеничного борошна, якість клейковини та якість випічки. Живлення сіркою також впливає на врожайність і якість кормової трави, і застосування добрив сірки може покращити ці фактори, а також стан харчування травоядних худоби, підвищуючи вихід і якість вовни і виробництва молока, а також якість молочних корів. Крім того, живлення сіркою також впливає на фіксацію азоту в бобових. Наприклад, застосування сіркових добрив може підвищити здатність фіксації азоту у гороху (*Pisum sativum* L.) і люцерни (*Medicago sativa* L.) [1].

Сірка відіграє вирішальну роль у рості та розвитку рослин, її функції варіюються від структурної складової макробіомолекул до модуляції кількох фізіологічних процесів і стійкості до абіотичних стресів. Незважаючи на те, що ці численні ролі сірки були загальноновизнаними, сільське господарство мало приділяло уваги харчуванню сіркою донедавна. Виникли серйозні проблеми, пов'язані з дефіцитом сірки в ґрунті, і інтенсифікація виробництва продуктів харчування, клітковини та тваринництва зростає, щоб прогодувати населення, яке постійно зростає. У зв'язку з величезним попитом на високоякісні зернові та овочеві дієти, сірка може відігравати ключову роль у збільшенні виробництва, продуктивності та якості врожаю. Крім того, у світлі нових проблем, пов'язаних із виснаженням родючості ґрунту та екологічними стресами, що посилюються зміною клімату, особливе значення сірка набуває в рослинництві, особливо на площах інтенсивного посіву.

Сірка в ґрунті існує у вигляді органічних сполук сірки, сульфідів (S^{2-}), елементарної сірки (S^0) і сульфату (SO_4^{2-}). Він перетворюється між цими формами за допомогою процесів мобілізації, мінералізації, іммобілізації, окислення та відновлення. До 98% загальної сірки в ґрунті зустрічається у формі органічних сполук сірки та містить неоднорідну суміш рослинних залишків, тваринного гною та ґрунтових мікробів. Він недоступний безпосередньо для рослин, поки він не піддається мінералізації мікроорганізмами для вивільнення SO_4^{2-} для поглинання рослинами.

Швидкість мінералізації та іммобілізації визначається факторами, які керують ростом мікроорганізмів, включаючи ґрунтову воду, температуру, рН та доступність інших поживних речовин. Таким чином, доступна сірка в ґрунті змінюється протягом року. Дослідження показують, що на мікробіологічну біомасу ґрунту S зазвичай припадає 1,5–5% загального органічного S ґрунту, причому білки та амінокислоти є основною формою S у мікробних

клітинах. Між тим, мікробіологічна біомаса є відносно лабільною і вважається найбільш активним пулом для обміну сірки у ґрунті. Як правило, застосування органічної речовини ґрунту (SOM) збільшує мікробіологічну біомасу, включаючи мікробну S. Водночас у кисло-сульфатних ґрунтах може переважати S^{2-} , а значні SO_4^{2-} може бути присутнім у посушливих ґрунтах або ґрунтах, де були зроблені великі додавання гіпсу. Однак рослини не можуть поглинати або використовувати органічний S або S^{2-} , доки він не буде перетворений у форму SO_4^{2-} [2].

Сульфат є найпопулярнішою формою неорганічної сірки, класифіковану на ґрунтовий SO_4^{2-} , адсорбований SO_4^{2-} і мінеральну сірку. У більшості сільськогосподарських ґрунтів неорганічна сірка зазвичай значно менша (10% або менше від загальної кількості ґрунтового S), ніж органічно зв'язана сірка. У ґрунтовому розчині SO_4^{2-} є високорухливим і лише слабо утримується на колоїдних частинках; він легко вимивається з ризосфер культур і пасовищ.

Сірка може випадати в осад у вигляді SO_4^{2-} як $CaSO_4^{2-}$, $MgSO_4^{2-}$ або Na_2SO_4 . Сірка також може бути присутня у заболочених ґрунтах у вигляді S^{2-} , яка перетворюється на доступний для рослин SO_4^{2-} , коли ґрунт висихає. Водно-болотні угіддя можуть накопичувати величезну кількість сульфідних металів, таких як пірит (FeS_2), і після осушення цих територій сполуки сірки окислюються до SO_4^{2-} , що супроводжується зниженням рН. Якщо адсорбовано SO_4^{2-} у ґрунті не є легкодоступним для рослин, будь-яка обробка, що спричиняє зменшення утримування та відповідне збільшення SO_4^{2-} у ґрунтовому розчині, має збільшити доступність SO_4^{2-} для рослин. Вища концентрація SO_4^{2-} у ґрунтовому розчині верхнього шару ґрунту також може бути спричинена застосуванням добрив, що містять серу, та інших джерел серу. Також вважається, що підґрунтя рослинних залишків адсорбує більше SO_4^{2-} порівняно з поверхневим ґрунтовим матеріалом, оскільки сайти адсорбції SO_4^{2-} мають тенденцію блокуватися накопиченням SOM і фосфату [3].

Рослини розвинули мережу транспортерів сульфату з різною спорідненістю, локалізацією та регуляцією, що забезпечує ефективне поглинання та розподіл серу з клітин кореня в органи поглинання відповідно до наявності сери та потреб рослини. Хоча атмосферний SO_2 поглинається та використовується надземними частинами вищих рослин, найважливішим джерелом S є аніони SO_4^{2-} із ґрунту або добрив, які поглинаються корінням. Крім того, поглинання та асиміляція SO_4^{2-} сильно регулюється на рівні транскрипції. У фізіологічному діапазоні рН двовалентний аніон SO_4^{2-} поглинається клітинами кореня, а після цього транспортується в ксилемі та флоемі, причому етапи трансмембранного транспорту каталізуються групою транспортерів SO_4^{2-} . Поглинання та асиміляція сірки рослинами були докладно описані, і ідентифіковано кілька генів-транспортерів, залучених до цих процесів придбання та асиміляції. Підвищення здатності поглинати сульфат є типовою реакцією на обмеження сульфату. Це підвищення в першу чергу викликане регуляцією транскрипції двох високоафінних кореневих

локалізованих і експресованих транспортерів сульфату, *SULTR1* і *SULTR1*. Коли сірка поповнюється, рівні транскриптів цих транспортерів будуть швидко репресовані.

Шлях асиміляції сульфату по суті забезпечує рослини Cys, який далі використовується для синтезу білка та як джерело відновленого S для біосинтезу Met, GSH, коферментів та різних вторинних сполук сірки. Засвоєння сірки вимагає транспорту в клітину, а потім органодів за допомогою транспортерів SO_4^{2-} , активації шляхом аденілювання з утворенням аденозин 5'-фосфосульфату (APS), який каталізується АТФ-сульфурилазою (ATPS), і подальшого відновлення APS до SO_3^{2-} за допомогою APS-редуктази (APR). Таким чином, ATPS каталізує перший критичний крок у шляху асиміляції сульфату, який є активацією сульфату до його відновлення. У забрудненому середовищі деяка кількість сірки може також поглинатися листям у вигляді газоподібного діоксиду сірки (SO_2) або сірководню (H_2S) і асимілюватися в Cys, а в чутливих рослинах SO_2 може бути фітотоксичним при відносно низькій концентрації в атмосфері ($0,1 \text{ мг м}^{-3}$) [4].

Нестача сірки призводить до зниження врожайності та якості; на додаток до різних фенотипово видимих змін. Живильний стрес сірки найбільш помітно модулює засвоєння SO_4^{2-} . Після депривації сірка ремобілізується, і ефективність ремобілізації вакуолі, що зберігається SO_4^{2-} та інших пулів відновленої сірки, може бути нижчою, ніж азот, так що під час подальшого росту або наповнення зерен може виникнути низький вміст сірки у тканині. Таким чином, як правило, симптоми дефіциту сірки спочатку виникають у молодших тканинах і проявляються як міжжилкове пожовтіння листя у пшениці та кукурудзи. У сорго, капусти та бавовнику дефіцит сірки проявляється у вигляді почервоніння стебла та країв листя, почервоніння та пурпуру листя та почервоніння черешків, відповідно. Рослини, котрі позбавлені сірки демонструють затримку росту та хлороз, а іноді стають червонуватими, накопичення антоціанів, згинання листової пластинки та посилений ріст коренів. Ці симптоми також частково спільні з іншими поживними стресами, такими як нітратне або фосфатне голодування, що вже вказує на те, що різні стреси можуть частково використовувати загальні сигнальні шляхи зі специфічними елементами контролю відповіді, що забезпечують специфічність. Однак для легкої диференціації симптоми дефіциту азоту більш очевидні спочатку в старих тканинах, тоді як симптоми дефіциту сірки більш очевидні в молодших листках (оскільки сірка менш рухлива у рослинній системі) і можуть бути помітні на початку сезону.

Дефіцит сірки призводить до зниження вмісту SO_4^{2-} і сірковмісних сполук, таких як Cys, Met і GSH. Синтез білка пригнічується, і, отже, вміст розчинних пулів азоту, таких як нітрати та аміді, збільшується. Пул зберігання сірки ремобілізується, і кількість запасних білків насіння, багатих на сірку, зменшується, тоді як кількість запасних білків насіння, бідних сіркою, збільшується, щоб компенсувати зменшення загального вмісту білків у насінні. Завдяки зберіганню SO_4^{2-} у вакуолі та наявності пулу тіолових сполук,

таких як GSH, розвиток симптомів є повільним і поступовим процесом. Таким чином, передбачається, що різні локальні, системні та залежні від часу етапи регулювання відбуваються в серії відповідей. Оскільки основним місцем поглинання SO_4^{2-} є корінь, але основним місцем відновлення та біосинтетичної потреби є лист, слід припустити, що еволюція сигнальних механізмів відбувається в обох напрямках [5].

Як уже було зазначено вище, у періоди низької доступності SO_4^{2-} рослини збільшують транспортування SO_4^{2-} та швидкість відновлення. Подібним чином, APR індукується, коли рівні GSH низькі. Це підкреслює, що синтез СГС також відбувається залежно від попиту в умовах абіотичних стресів для очищення АФК. Видалення сульфату з середовища вирощування знижує рівні SO_4^{2-} , Cys і GSH у рослинних тканинах, що призводить до індукції транспортних систем SO_4^{2-} і ключових ферментів на асиміляційному шляху. Підвищення рівноважних рівнів мРНК для високоафінних SO_4^{2-} -транспортерів, АТФ і APR при сірковому голодуванні виявляється за допомогою Нозерн-блот аналізу або масивів кДНК, і виявлено, що модуляція дерепресії відбувається на рівні транскрипції. Ця дерепресія корелює з часом впливу S-дефіциту. Коли рослини знову отримують SO_4^{2-} , активність APR і АТФ швидко повертається до нормального рівня. Крім того варто врахувати той чинник, голодування сірки індукує експресію мікро РНК-395 та одного з її цільових генів у різних типах клітин. Крім того, первинні та вторинні метаболічні шляхи, що включають амінокислоти, вуглеводи та глюкозинолати, модулюються у відповідь на стрес дефіциту сірки. Зокрема, засвоєний сірки може зберігатися у формі глюкозинолатів і ремобілізуватися у разі гострого дефіциту сірки.

У рослинах сірка та азот відіграють синергічну центральну роль у синтезі білків, і запаси цих поживних речовин у рослинах тісно взаємопов'язані. Потреба в сері та метаболізм у рослинах тісно пов'язані з азотним харчуванням, і метаболізм азоту також сильно залежить від статусу серини рослини. Як і у випадку з асиміляцією вуглецю, яка тісно пов'язана з асиміляцією нітратів у рослинах, шляхи асиміляції сірки та азоту також переплітаються, причому надлишок одного елемента модулює інший. Різні дослідники повідомили про відсутність сірки для обмеження ефективного використання доданого ґрунтового азоту. Таким чином, для максимального використання доданого азотного додавання сірки в ґрунт стає важливим. Наприклад, було показано, що ідеальне співвідношення доступного азоту до доступної сірки становить 7:1, при цьому співвідношення <7 призводить до зниження врожайності насіння ріпаку. Крім того, вирощений у полі олійний ріпак із посівами гірчиці відновив 27–31% доданої сірки за відсутності азоту, але 37–38% із 60 кг га⁻¹ азоту [1].

І сірка і азот взаємодіють, впливаючи на поглинання та ефективність використання поживних речовин рослинами. Дослідження щодо використання насіння ріпаку, вирощеного в полі, показали, що дефіцит сірки може знизити ефективність використання поживних речовин, а дефіцит азоту також може

знизити ефективність використання сірки. Крім того, виявлено сприятливі ефекти, пов'язані з толерантністю олійних капусти до різних абіотичних стресів, що впливає з позитивної взаємодії сірки та азоту. Крім того, обмеження надходження серу до сільськогосподарських культур знижує використання доступного азоту в ґрунті, що призводить до збільшення вимивання нітратів. Співвідношення сірки та азоту також були встановлені з точки зору накопичення сухої речовини та врожайності в різних видах культур. Урожайність зерна на га⁻¹ можна значно підвищити шляхом застосування азоту та сери, тоді як на рівні рослини потреба у відповідності пропозиції азоту та сери до відповідного попиту виникає через тісний зв'язок між поглинанням SO₄²⁻ та NO₃⁻. Оскільки сірка та азот необхідні для синтезу білка, співвідношення загального азоту загальної сірки у рослинній тканині може відображати здатність азоту і сірки у синтезі білка. Таким чином, змінене співвідношення відновленого азоту до відновленої сірки, що є прийнятним способом відображення кількості амінокислот сірки, може виявити значні зміни білкового метаболізму, які можуть мати важливі наслідки для якості білка.

Слід зазначити, що азот і сірка продемонстрували сильну взаємозалежність у впливі на значне підвищення врожайності та якості кількох видів сільськогосподарських культур, у тому числі польової кукурудзи (*Zea mays* L.), олійного ріпаку (*Brassica napus* L.), олійних культур, культури, соєві боби, пшениця, соняшник та кунжут (*Sesamum indicum* L.) [3].

У польовому дослідженні кукурудзи виявлено значний позитивний ефект ~32% на індекс урожаю в результаті синергічної взаємодії азоту та сірки. Однак ця взаємодія не мала значного впливу на вагу 1000 зерен. Взаємодія азоту і сірки мала значний позитивний вплив приблизно на 187% на врожайність кукурудзи. Вміст протеїну в зерні помітно збільшився на 0,65 %, а загальних амінокислот, розчинного цукру та сирого жиру – на 6,68 %, 7,19 % та 7,09 % відповідно порівняно з контролем в одному із сортів LY16. Однак не було виявлено істотної взаємодії між сіркою та азотом у підвищенні вмісту крохмалю. В іншому дослідженні застосування 40 кг сірки га⁻¹ і 180-230 кг азоту га⁻¹ досяг відповідного 42-267% збільшення врожайності насіння *Brassica napus* L. Однак застосування тієї ж норми (180-230 кг азоту га⁻¹) без сірки значно зменшило врожайність насіння. Дослідження виявили збільшення накопичення біомаси при комбінованому застосуванні сірки та азоту. Комбіноване застосування азоту і сірки значно покращило індекс площі листя, тривалість площі листя та швидкість фотосинтезу листя порівняно з контролем. Відповідно це в свою чергу призвело до більш високої величини відповіді в біологічній врожайності, врожайності насіння та підвищеному виході олії на 98%, 193% та 251% відповідно.

Окрім азоту, відомо, що сірка взаємодіє майже з усіма іншими важливими макроелементами та мікроелементами, причому ці взаємодії мають тенденцію або посилювати, або зменшувати ріст культур, урожайність і якість, впливаючи на поглинання та використання поживних речовин. Раніше було підтверджено взаємодіючий вплив застосування сірки і фосфору на врожайність і якість

кусочкової квасолі (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) Загально відомо, що синергічний ефект сірки і фосфору щодо збільшення кількості бульбочок на рослину, маси бульбочок на рослину, білка (на 34,69%), а також вмісту азоту, фосфору і сірки. Варто зазначити, що може продемонструвати позитивний вплив взаємодії сірки з фосфором на збільшення виробництва кормів і, як наслідок, покращення продуктивності тваринництва завдяки підвищенню врожайності та поживної цінності корму. Фосфор сам по собі не значно збільшив приріст тваринництва на господарстві, але взаємодія сірки та фосфору значно збільшила продуктивність [4].

Сірка відіграє важливу роль у фізіології та захисті рослин від екологічних стресів і шкідників завдяки своїм антиоксидантним захисним функціям. Зокрема, АТРС бере участь у стійкості рослин до абіотичного стресу через різні сірковмісні сполуки, особливо GSH, який діє як форма зберігання та транспортування відновленої сірки. Через високу реакційну здатність тіолових (-SH) груп, сполуки сірки, включаючи Cys і GSH, є центральними для метаболічної редокс регуляції. Основна індукція системи захисту від стресу на основі GSH, її роль у поглинанні АФК і підтримці клітинного окислювально-відновного гомеостазу була широко доведена в рослинах за різних екологічних стресів. Роль сірки в покращенні окислювального стресу, викликаного АФК, у рослинних клітинах була добре задокументована в полегшенні стресу від засолення, індукованого металами окисного стресу, численних абіотичних стресів. Оскільки рослини часто піддаються комбінаціям абіотичних стресів, таких як тепло, світло, холод, посуха, засолення та токсичні метали, сірка може відігравати значну роль у наданні стійкості до цих стресів.

Висновок. Сірка відіграє ключову роль у первинному метаболізмі рослин, надаючи антиоксидантні та захисні фізіологічні функції проти численних абіотичних стресів. У нашому прагненні задовольнити зростаючі потреби в продуктах харчування, кормах для тварин і біопаливі для зростаючої популяції людей, сірка може відігравати центральну роль, як і інші макроелементи, у стійкому управлінні родючістю ґрунту, покращенні продуктивності сільськогосподарських культур і збільшенні виробництва високопоживних речовин. значення сільськогосподарських культур. Тому, рухаючись у майбутнє, нам потрібно відновити нашу увагу до поживної сірки. Необхідно докладати більше зусиль навколо покращення нашого розуміння молекулярних процесів і динаміки доступності та використання сірки в рослинах, розшифровки динаміки взаємодії сірки з іншими поживними речовинами, вивчення ролі ґрунтових ризосферних мікробів у трансформаціях рослин з сіркою, покращення фенотипування рослин та діагностики дефіциту поживних речовин, точна оцінка потреби в серіях культур для оптимального виробництва та узгодження потреб у серіалах для конкретної ділянки з поправками до добрив, щоб зменшити неефективність використання серів як у системах рослинництва, так і в тваринництві. Це сприятиме належному використанню сірки у рослинництві та, зрештою, сприятиме сталому та екологічно безпечному виробництву продуктів харчування.

Список використаних джерел

1. Гончарук Г. С., Бронникова Л. Ф. Чинник агрохімічних властивостей ґрунту у вирощуванні енергетичних культур. *Сільське господарство та лісівництво: зб. наук. пр. ВНАУ*. 2019. № 14. С. 141-151.
2. Гуцол Г. В. Дослідження інтенсивності забруднення ґрунтів сільськогосподарського призначення важкими металами в НДГ «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету. *Сільське господарство та лісівництво: зб. наук. пр. ВНАУ*. 2019. 13. С. 45-53.
3. *Мінеральні добрива: класифікація, властивості, застосування* (Навчально-методичний посібник) : [текст] Хацевич О.М., Джус Р.Р. Факультет природничих наук; Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника. Івано-Франківськ, 2018. 80 с.
4. *Основи агрономії : навчальний посібник* Л.Ю. Забродоцька. Луцьк : Інформ.-вид. відділ Луцького НТУ, 2019. 360 с
5. *Сільськогосподарська екологія: навчальний посібник*. Ткачук О.П., Шкатула Ю.М., Тітаренко О.М. Вінниця: ВНАУ, 2020. 542 с.

Володимир ТРАЧУК³³,

студента 3-го курсу,

Факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

НУЛЬОВИЙ ОБРОБІТОК ҐРУНТУ, ВИСАДЖУВАННЯ НАСІННЯ В НЕОБРОБЛЕНИЙ ҐРУНТ

***Анотація.** Вирощування насіння без обробки ґрунту практикується в Україні більше 35 років, але багато виробників не використали нульовий обробіток ґрунту з максимальною перевагою. У цій публікації йдеться про те, де насіння без обробітку ґрунту може і повинно бути використана, а також де необхідно модифікувати виробництво без обробітку ґрунту, щоб зменшити проблеми виробництва, пов'язані з безперервним використанням.*

***Annotation.** Growing seeds without tillage has been practiced in Ukraine for more than 35 years, but many growers have not used zero tillage to its maximum advantage. This publication discusses where no-till seed can and should be used, and where no-till production needs to be modified to reduce production problems associated with continuous use.*

***Вступ.** Нульовий обробіток або No-till землеробство полягає в способі вирощування сільськогосподарських культур з року в рік, не порушуючи ґрунт*

³³Науковий керівник – к.с.-г. н. ст. викл кафедри землеробства ґрунтознавства та агрохімії Людмила Пелех.

обробітком ґрунту. Як відомо, No-till збільшує кількість води в ґрунті, зменшує ерозію, збільшує кількість і різноманітність життя в ґрунті та на поверхні ґрунту, а також збільшує використання гербіцидів. Є докази того, що багаторазовий обробіток ґрунту руйнує ресурсну базу ґрунту та спричиняє негативний вплив на навколишнє середовище. Обробіток ґрунту погіршує родючість ґрунтів, обробіток ґрунту руйнує ресурсну базу ґрунту та спричиняє негативний вплив на навколишнє середовище. Обробіток ґрунту погіршує родючість ґрунтів, спричиняє забруднення повітря та води, посилює стрес від посухи, споживає паливо та сприяє глобальному потеплінню. Сьогодні очікується, що фермери вироблятимуть продукти харчування у все більших кількостях. Зробити це стає все складніше через погіршення якості ґрунту, яке може бути спричинене обробітком ґрунту. Стає загальновідомим, що нульовий обробіток є ефективним методом зменшення деградації ґрунту. При такому способі землеробства пожнивні залишки або інші органічні добавки зберігаються на поверхні ґрунту, а посів/удобрення здійснюється з мінімальним порушенням ґрунту.

Мета статті – полягає у вивченні процесу висаджування насіння в необроблений ґрунт.

Виклад основного матеріалу. Землеробство з нульовим обробітком, яке іноді називають консервативним обробітком ґрунту або безоранним землеробством, намагається обробити землю з найменшим можливим порушенням ґрунту. Жодна обробка ґрунту виключає або зводить до мінімуму обробку землі, на відміну від традиційних методів оранки, які вимагають перевертання та втрати ґрунту.

Жодна обробка ґрунту не зберігає природну структуру та склад ґрунту, залишаючи його непорушеним. Культури просто висівають у ґрунт, не перевертаючи його замість оранки. Залишки попередніх культур часто зберігаються на поверхні як захисний шар, оскільки вони додають органічні речовини, запобігають ерозії та допомагають ґрунту утримувати вологу.

Ідея сучасного нульового землеробства виникла в 1940-х роках з Едвардом Х. Фолкнером, автором книги «Дурість орача», але лише після Другої світової війни розробка потужних гербіцидів, таких як паракват, які різні дослідники та фермери почали пробувати. Першими, хто прийняв нульовий обробіток, є Клінгман (Північна Кароліна), Едвард Фолкнер, Л. А. Портер (Нова Зеландія), Гаррі та Лоуренс Янг (Герндон, Кентуккі) з Гербертом Барцем.

Підвищення продуктивності існуючих земель із одночасним зменшенням впливу на навколишнє середовище є основною проблемою сталої інтенсифікації. Це вимагає консерваційного землеробства, інтегрованої боротьби зі шкідниками, агролісомеліорації та відповідної політики. Слід зазначити, що різке збільшення сільськогосподарського виробництва на душу населення, гостра бідність у сільській місцевості та погіршення стану навколишнього середовища, а також зростання екстремальних кліматичних

явищ, пов'язаних із ризиком для води, загрожують майбутньому сільськогосподарському виробництву [1].

Сільськогосподарські культури вирощуються з року в рік з нульовим або мінімальним порушенням ґрунту через обробіток ґрунту в цій системі. При мінімальному обробітку ґрунту порушення зберігаються на мініальному рівні. У системі нульового обробітку ґрунту або No-Till не відбувається жодного порушення ґрунту протягом сезону. No-tillage або no-till, також званий нульовим обробітком ґрунту, – це система обробітку ґрунту, за якої насіння поміщається безпосередньо в необроблений ґрунт. Це визначається «як система посадки (посіву) культур у необроблений ґрунт шляхом відкриття вузької траншеї або смуги лише достатньої ширини та глибини для отримання належного покриття насінням. Інший обробіток ґрунту не проводиться». No-till землеробство стосується не лише обробки ґрунту – воно охоплює чотири широкі, взаємопов'язані методи управління:

- мінімальне порушення ґрунту (без оранки і боронування),
- підтримання постійного рослинного покриву ґрунту,
- прямого посіву,
- правильна сівозміна.

No-till і консерваційне землеробство:

Таким чином, No-Till і ресурсозберігаюче землеробство важко відрізнити одне від одного. Далі в ньому дається таке визначення практики обробітку ґрунту в природозберігаючому землеробстві: «Практика консервативного землеробства підтримує мінімальне порушення ґрунту, і, отже, обробіток проводиться набагато менше або взагалі не виконується». Це означає, що ресурсозберігаюче землеробство може передбачати або менш глибокий і/або менш частий обробіток ґрунту. No-till як компонент природозберігаючого землеробства сьогодні активно пропагується зростаючою кількістю дослідницьких програм та дорадчих програм. Як відомо, для успішного впровадження нульового землеробства необхідно виконати певні передумови. Як і інші агрономічні технології, це вимагає ноу-хау та детального розуміння взаємодії ґрунту та рослин. Необхідна спеціальна техніка No-till [2]:

В принципі, метод завжди передбачає наступні етапи:

- Обробка пухкої соломи або живої мульчі шляхом зрізання/відсунення вбік або прикочування;
- Внесення насіння та добрив;
- Закриття борозни;
- Ущільнення насіння/ґрунту.

Знаряддя для нульового обробітку ґрунту:

При нульовому обробітку ґрунту можна знайти кілька видів обладнання, яке використовується для безоранкового землеробства. Фермери використовують ці знаряддя, щоб полегшити сільськогосподарську практику без обробки.

- Сівалка, мабуть, є одним із найважливіших елементів обладнання для фермерів, особливо якщо вони планують перейти до нульового землеробства.

Щоб переконатися, що культури висаджуються на однаковій глибині та між ними, необхідно використовувати гребінець із дрібними зубами. Це гарантує, що кожне насіння буде в однаковій вологості та температурі ґрунту, що дозволить культурам зійти рівномірно.

- Органічне землеробство без обробітку успішно починається з покривної культури, яка перетворюється на мульчу після її знищення або загибелі. Для того, щоб прискорити цей процес, він може «вбити» покривну культуру вручну за допомогою інструментів, якщо ділянка досить мала, але для більшого шматка землі фермерам знадобляться сільськогосподарські знаряддя. Це великий, важкий циліндр з довгими лезами, привареними до нього у вигляді шеврона. Коли він прокочується по покривній культурі, леза згинають стебла рослин, убиваючи їх на місці, щоб зробити мульчу для збереження вологи як частину ґрунтового покриву для посівних культур. Ця мульча додає органічну речовину в ґрунт, коли він розкладається. Оскільки покривна культура має бути товстою, каток/обжимка є ідеальною частиною сільськогосподарського обладнання для використання.

- Широка вила - цей інструмент використовується, щоб уникнути ущільнення ґрунту. Розпушування ґрунту широкими вилами дає змогу отримати переваги глибокого обробітку ґрунту без фактичного обробітку. Широка вила - це ручні інструменти з довгими зубцями, які ідеально підходять для глибокого закопування ґрунту під час обертання.

- Глибкорозпушувач - подібно до широкої розвилки, яка вважається низькою або без обробки. Глибкорозпушувач – це навісне обладнання трактора, яке можна тягнути по ґрунту для розпушування ущільненої грядки. Використання широких вил або інших ручних інструментів є ефективним методом без обробітку, який усуває ущільнений ґрунт та інші проблеми [3].

- Сівалка No-till - обладнання, яке розміщує насіння на правильній глибині та на відстані один від одного. Передні «сошники» або леза прорізають траншею в ґрунті, потім подвійна дискова сівалка поміщає насіння на правильну глибину. Прикочувальні колеса закривають отвір і ущільнюють ґрунт для правильного контакту насіння з ґрунтом. Сівалка No-till забезпечує точний посів культур, а це також означає, що потрібно використовувати менше насіння, заощаджуючи гроші та зусилля фермера. Ціна на насіння може стати високою, а це свідчить про те, що точний посів необхідний, щоб заощадити гроші та отримати прибуток від врожаю. No-till може здатися практикою без використання техніки, але таке обладнання, як сівалка No-Till, робить цей процес більш економічним.

- Zero till посівна/зернова сівалка разом із добривом

- Zero-till посів пшениці стає привабливою альтернативою традиційному обробітку ґрунту та посіву пшениці. За допомогою сівалки для внесення добрив насіння висівається разом із базовим внесенням добрив на добре підготовлене посівне ложе.

- Металевий ріжучий диск - плуг Mold Board є найважливішим плугом для основного обробітку ґрунту в районах зрошення каналів або сильних дощів,

де росте занадто багато бур'янів. Мета оранки з дошкою Mold Board - повністю перевернути та подрібнити ґрунт, викорчувати всі бур'яни, сміття та рослинні залишки та закопати їх у ґрунт. Форма дошки призначена для зрізання ґрунту та перевертання його на правий бік, повністю ховаючи небажаний ріст, який згодом перетворюється на гній після розкладання.

- Роторна прополка

- Роторна прополувальна машина – це інструмент, який використовується для видалення бур'янів вручну або механічно. Це корисно для фермерів, які використовують від мінімальної до нульової кількості гербіцидів або обробітку ґрунту. Ручна прополка займає приблизно 25 днів самостійної роботи, щоб закінчити один гектар. Остання механічна прополувальна машина легка, потужністю одна кінська сила, виконує три рядки за раз і проста в експлуатації, що дозволяє працювати навіть жінкам. Два прополувача можуть обробляти гектар пшениці всього за п'ять годин. Однак остання модель ще підлягає доопрацюванню [4].

Управління нульовим обробітком ґрунту:

Нульовий обробіток ґрунту вимагає певних навичок, щоб успішно виконувати його з будь-якою системою виробництва. Якщо нульовий обробіток ґрунту виконується неправильно, урожайність може впасти. Отже, для ведення нульового обробітку необхідна комбінована техніка.

- Покривні культури

Виробництво нульового обробітку ґрунту на основі мульчі покривних культур як інноваційна, альтернативна практика в органічному землеробстві для зменшення інтенсивного обробітку ґрунту. Іноді їх використовують у сільському господарстві як охоронні культури, вони залишають залишки в ґрунті, а також знищують різні бур'яни. Фермери використовують їх для боротьби з бур'янами, щоб наступна культура могла отримати достатньо енергії для свого росту, живлення та розвитку.

- Інтегрована боротьба з хворобами та шкідниками

Зараз це дуже популярно в західних країнах. Підхід дуже простий. Тут екосистема зовсім не постраждала. Отже, фермери застосовують цю практику, щоб отримати оптимальний урожай за допомогою нульового обробітку ґрунту.

- Сівозміна

При нульовому обробітку рештки залишаються на поверхні ґрунту, що підвищує вологість ґрунту. Але це також може привести до спалаху хвороби або шкідників на полі. Отже, щоб впоратися з цією проблемою, фермери повинні використовувати сівозміну, завдяки сівозміні культур можна зупинити завершення життєвого циклу патогенів і, таким чином, ними можна легко керувати.

- Використання світлових приладів

Правильний нульовий обробіток можна здійснити за допомогою легких знарядь. Тому необхідно використовувати легкі трактори, оскільки це дозволяє уникнути ущільнення ґрунту.

Переваги та недоліки безобробки ґрунту [5]:

Системи No-tillage мають ряд переваг і недоліків. Важливо відзначити, що «необробіток ґрунту» має бути адаптований до конкретних умов ділянки, тому важливо забезпечити комплексне управління, яке забезпечує вибір найбільш підходящої системи для конкретних ґрунтово-кліматичних умов на даній фермі, вибір і експлуатація відповідного обладнання. Тут можна знайти екологічні, соціальні та економічні переваги:

- Економічні переваги
- Витрати енергії та праці на загальний виробничий процес можуть бути зменшені. Зменшення використання добрив і нижчі виробничі витрати. Підвищення продуктивності сільськогосподарських культур

- Соціальні переваги
- Вища рентабельність і врожайність означають, що фермерська родина може мати більше шансів досягти успіху та залишитися на землі.

- Екологічні переваги
- Урожайність сільськогосподарських культур дорівнює або краща, ніж при традиційному обробітку ґрунту. Підтримка або збільшення вмісту покращення якості ґрунту. Поліпшення ґрунту (хімічні, фізичні та біологічні характеристики). Дослідження нульового обробітку землі показали, що воно призводить до значних змін у фізичних і біотичних характеристиках ґрунтового середовища. Більшість досліджень показали, що ґрунт стає більш щільним, головним чином тому, що кількість більших пор у ґрунті зменшується, а кількість менших просторів збільшується. Це дещо зменшує аерацію, але має тенденцію до збільшення водоутримуючої здатності ґрунту [3].

- Необроблені ґрунти мають тенденцію бути холоднішими, ніж інші, частково через присутність поверхневого шару рослинних залишків. Вуглець поглинається в ґрунті, покращуючи його якість, зменшуючи загрозу глобального потепління.

- Час посіву більш гнучкий. Висаджувати можна відразу після дощу і не потрібно чекати на обробку ґрунту. У ситуаціях подвійного врожаю (наприклад, горох після кукурудзи) збирання, скошування, обприскування та посадка можуть відбуватися протягом кількох днів.

- Зменшується стік води, що вигідно двома способами: більше води доступне для культури та зменшується ерозія ґрунту.

- Зменшення вітрової та водної ерозії. Зменшення ерозії може призвести до зовнішніх переваг, таких як зниження рівня замулення водотоків і збільшення поповнення водоносних горизонтів.

- Збільшення інфільтрації води в ґрунт і підвищення вологості ґрунту. і посадка може відбутися протягом декількох днів.

- Недоліки:

З іншого боку, недоліки систем мінімального обробітку ґрунту та систем без обробітку ґрунту:

- Економічні недоліки: - Встановлено, що короточасний вплив на врожайність є змінним (позитивні, нейтральні чи негативні реакції на врожайність, які можуть перешкоджати застосуванню практики нульового

обробітку ґрунту). - Варіабельність короточасних реакцій культур є в основному результатом взаємодії вимог культур, характеристик ґрунту та клімату.

- Соціальні недоліки: - Необробіток ґрунту може призвести до збільшення бур'янів. Збільшення кількості праці, необхідної для прополки може перевищити економію праці, отриману за відсутності оранки,- Гербіциди використовуються для боротьби з бур'янами. Це посилює забруднення навколишнього середовища. Відсутність обробки ґрунту призвела до збільшення потреб у робочій силі, коли не використовуються гербіциди. У деяких країнах відсутність обробки ґрунту може призвести до гендерного перенесення тягаря праці на жінок.

- Екологічні недоліки: - Гербіциди потрібно використовувати часто та акуратно. - Застосування гербіцидів має вирішальне значення у випадках, коли фермер не оре чи обробляє землю для боротьби з бур'янами та травами. - Перед посадкою будь-яку присутню рослинність необхідно знищити гербіцидом широкого спектру дії, дія якого не є стійкою. - Після посіву зазвичай потрібні більш специфічні та більш стійкі гербіциди для боротьби з конкретними бур'янами, що залежать від ситуації з культурою.

Деякі дослідження показали, що нульове землеробство в деяких випадках може бути більш прибутковим [2].

У деяких випадках це може зменшити витрати на робочу силу, паливо, іригацію та обладнання. No-till може підвищити врожайність завдяки вищому проникненню води та ємності для зберігання, а також меншій ерозії. Ще одна можлива перевага полягає в тому, що через вищий вміст води замість того, щоб залишати поле під паром, економічно доцільно висаджувати іншу культуру.

Проблема нульового землеробства полягає в тому, що навесні ґрунт прогрівається та висихає повільніше, що може затримати посів. Таким чином, урожай можна зібрати пізніше, ніж на традиційно обробленому полі. Повільніше нагрівання відбувається через те, що пожнивні залишки мають світліший колір, ніж ґрунт, який був би відкритий під час звичайного обробітку ґрунту, який тоді поглинає менше сонячної енергії. Однак на це впливає зміна клімату, тому високі температури можуть компенсувати ці наслідки. Але тим часом з цим можна впоратися, використовуючи очисники рядків на сівалці.

Проблема нульового землеробства полягає в тому, що якщо запроваджений процес негативно впливає на виробництво, то рентабельність практики також може знизитися у зв'язку зі зростанням цін на газ і високою вартістю робочої сили. Оскільки ціни на паливо та робочу силу продовжують зростати, для ферм і сільськогосподарських виробництв може бути більш доцільним перейти до операції no-till. Навесні поганий дренажний глинистий ґрунт може мати нижчу продуктивність через холодний і вологий рік. Економічні та екологічні вигоди від впровадження практики no-till можуть зажадати від шістнадцяти до дев'ятнадцяти років. Перше десятиліття запровадження No-Till часто демонструватиме тенденції до зменшення доходу.

Періоди впровадження, тривалість яких перевищує десять років, зазвичай показують збільшення прибутку, а не зниження прибутковості.

Вибір і налаштування сівалок без обробки ґрунту залежить від кількості та типу покриття решток, типу ґрунту та вологості ґрунту. Сівалки повинні прорізати покрив залишків і забезпечити рівномірне розміщення насіння в ґрунті на належній глибині для досягнення хорошого контакту насіння з ґрунтом. Сівалки без обробки ґрунту повинні зміцнити ґрунт навколо насіння, щоб забезпечити гарне проростання та швидку появу сходів. Для посіву без обробки ґрунту рекомендуються сівалки, обладнані дводисковими сошниками. Для зміцнення ґрунту навколо насіння можна використовувати вузькі, одинарні або подвійні прикочувальні колеса. Регулювання та експлуатація сівалок повинна здійснюватися згідно з рекомендаціями виробника [4].

Ефективні методи боротьби з бур'янами є необхідними для землеробства без обробки ґрунту, оскільки зменшення обробки ґрунту може збільшити тиск бур'янів. Для ефективної боротьби з бур'янами необхідно використовувати інтегровані стратегії боротьби з бур'янами, такі як сівозміна, покривні культури та цільове застосування гербіцидів. Щоб зупинити спалахи комах і зменшити втрати врожаю, правильна боротьба зі шкідниками має вирішальне значення в системах без обробки ґрунту.

Висновки. Використання No-Tillage було знайдено як потенційне рішення для великих і нестійких втрат ґрунту, які спостерігаються на сільськогосподарських угіддях, таких як плантації хурми. No-Tillage призвело до затримки занурення, стоку та випуску стоку, і це було остаточним для зменшення скидання стоку з 37 до 7% від імітованої кількості опадів (55 мм за 1 год).

Вирощування посівних культур без обробки ґрунту зберігає ґрунт і воду та зменшує капітальні інвестиції в техніку, але найважливіше для багатьох виробників те, що нульовий обробіток може покращити врожайність посівних культур. Додавання органічної речовини через залишки може покращити структуру та родючість ґрунту. Покриття пожнивних залишків також забезпечує краще переміщення обладнання над поверхнею поля, дозволяючи проводити посадку та збирання врожаю в умовах вологішого ґрунту. Однак слід зазначити, що посадка або збирання врожаю, коли ґрунт занадто вологий, може сприяти ущільненню ґрунту.

Список використаних джерел

1. Ґрунтознавство: опорний конспект лекцій укладач В. М. Савосько. Кривий Ріг : Криворізький державний педагогічний університет, 2021. 306 с.
2. Збереження вологи ґрунту. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/12/102-1.pdf> (дата звернення 1.10.2023)
3. Обробка результатів випробувань фізичних властивостей ґрунтів. Методичні рекомендації для практичних занять з дисципліни «Методика інженерногеологічних досліджень» для студентів спеціальності 103 «Науки про

Землю» Н.О. Максимова-Гуляєва, Є.А. Шерстюк; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. Д.: НГУ, 2018. 36 с.

4. Смирнова С. М. Меліоративне ґрунтознавство : методичні вказівки для студентів спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» С. М. Смирнова. Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2020. 116 с. (Методична серія ; вип. 305).

5. Чайка Т. О., Яснолоб І. О., Горб О. О., Лотиш І. І., Березницький Є. В. Екологізація систем обробітку ґрунту задля відновлення та підвищення родючості ґрунтів. Вісник ПДАА. 2019. № 3. С. 92-102. doi: 10.31210 visnyk 2019.03.12

Вікторія САФРУНЯК³⁴,
студентка 2-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

КОМПЛЕКС СИСНИХ ФІТОФАГІВ В АГРОЦЕНОЗІ ЗЕРНОВИХ ЗЛАКОВИХ КУЛЬТУР

Анотація. Пшениця озима належить до найважливіших продовольчих культур у світі, яка і в Україні займає провідне місце. Потенційна продуктивність сучасних сортів знаходиться в межах 8–12 т/га, проте її реалізація здійснюється лише на 30 %. Серед причин, що обмежують реалізацію продуктивності сортів пшениці озимої (порушення сівозмін, спрощення системи обробітку ґрунту, зменшення обсягів застосування засобів захисту рослин), втрати врожаю від шкідників в середньому становлять 12,7 %, а в окремі роки перевищують 30 %.

Основними і найбільш небезпечними фітофагами в останнє десятиліття, є комплекс сисних комах- шкідників. Вони не лише призводять до значного недобору врожаю, але погіршують його хлібопекарські й посівні якості. Тому, вивчення біології основних шкідників та їх шкодочинності, що набуває особливої актуальності.

Annotation. Winter wheat belongs to the most important food crops in the world, which also occupies a leading place in Ukraine. The potential productivity of modern varieties is in the range of 8–12 t/ha, but its implementation is only 30%. Among the reasons that limit the productivity of winter wheat varieties (violation of crop rotation, simplification of the tillage system, reduction of the use of plant protection products), crop losses from pests are on average 12.7%, and in some years exceed 30%.

The main and most dangerous phytophages in the last decade are a complex of

³⁴Науковий керівник: канд. с.-г. наук, ст. виклач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ Ніна РУДСЬКА.

sucking insect pests. They not only lead to a significant shortage of the crop, but also worsen its baking and sowing qualities. Therefore, the study of the biology of the main pests and their harmfulness, which is gaining special relevance.

Стійкість будь-якої екосистеми пов'язана з біологічним різноманіттям і складністю трофічних зв'язків її організмів. Розрізняють природні та штучні екосистеми, створені господарською діяльністю людини – агроценози. Агроценози відрізняються від природних екосистем високою продуктивністю, низькою різноманітністю живих організмів, низькою екологічною стійкістю, оскільки культурні сорти надзвичайно чутливі до шкідників і хвороб, не витримують конкуренції з дикими видами. Без підтримки людини агроценози не здатні до саморегуляції та самовідновлення, знаходяться під загрозою масового розмноження шкідників або збудників хвороб.

Важливу роль у раціональному використанні природних ресурсів відіграє структура зернової площі в структурі сівозміни. Підвищити стійкість і продуктивність зернового агроценозу можна шляхом його структуризації на основі підбору адаптованих сортів озимої пшениці та розміщення їх у сівозміні.

Мета дослідження – підвищення екологічної стійкості зернових агроценозу як основного резерву екологічної безпеки та підвищення продуктивності озимої пшениці.

З цією метою вивчено особливості ґрунтово-кліматичних і біотичних факторів регіону, проведено комплексну оцінку сортів озимої пшениці на стійкість до основних видів хвороб і шкідників, адаптивність до умов вирощування. Рекомендовано методи побудови зернового агроценозу за принципом мозаїчності сортів і змішаних сортів, які підвищують біологічне (генетичне) різноманіття сівозміни.

Як відомо вирощування сільськогосподарських культур супроводжується рядом проблем. Найбільш поширеним з них є зараження зернових культур комахами-фітофагами, які є постійними компонентами агроекосистем. Ступінь продуктивності рослин визначається популяцією фітофагів. Велика кількість комах вказує на зниження якості та обсягу врожаю. Велика частина потенційного врожаю продовольчих культур у світі щорічно втрачається через шкідників і хвороб рослин. Для запобігання втрат врожаю пшениці від фітофагів організовуються захисні заходи, реалізація яких здійснюється шляхом оновлення інформації про фітосанітарну обстановку в агробіоценозах [1].

Застосування нових препаратів для передпосівної обробки насіння дозволяє підвищити посівні властивості та вихід продукції. Вони дають змогу отримувати культури, що відповідають сучасним вимогам до якості зерна. Одним із сучасних методів передпосівної обробки насіння є застосування фунгіцидів та регуляторів росту, які сприяють кращому росту та розвитку рослин.

Застосування хімічних засобів захисту рослин має бути орієнтоване на максимальне використання препаратів і технологій вибіркової дії, своєчасність заходів, економічну та екологічну доцільність.

Важливим є правильний вибір препарату для обробки насіння, який має широкий спектр дії. Деякі засоби захисту негативно впливають на лінійний ріст розсади. Це знижує схожість насіння, густоту рослин і продуктивність. Якість зерна та продуктивність посівів можна покращити, використовуючи високоефективні та екологічно чисті регулятори росту.

Крім того, для боротьби зі шкідниками та хворобами використовують стійкі сорти. Тому перед масовим впровадженням перспективного сорту у виробництво необхідно провести фітосанітарний моніторинг і вивчити агроценоз.

Застосування регуляторів росту та фунгіцидів для передпосівної обробки насіння не означає абсолютного успіху, але сприяє зменшенню негативних результатів, котрі наносять шкідники, а також одержанню безпечної зернової продукції.

Сучасне рослинництво характеризується виключно низькою стабільністю фітосанітарного стану (спалахи масового розмноження шкідників, епіфітотій, масового поширення бур'янистої рослинності) і прогресуючим його погіршенням. Основні зміни в удосконаленні захисту рослин від шкідливих організмів можна отримати лише на основі принципово нової стратегії, спрямованої на спільну фітосанітарну оптимізацію рослинництва. Сучасна концепція захисту рослин передбачає відмову від тотального знищення шкідників і поетапний перехід до створення фітосанітарно стійких агроєкосистем, у яких діятиме механізм саморегуляції та контролю чисельності шкідливих організмів.

Найважливішим блоком у таких системах є інформація про еколого-біоценотичні процеси, що відбуваються в агроценозах на рівні, що дозволяє регулювати фітосанітарну ситуацію. Вивчення складу та структури угруповань комах агроландшафтів є надзвичайно важливим для розробки методів збереження біорізноманіття ентомофауни та активізації життєдіяльності ентомофагів, інвентаризація фітопатогенів на бур'янах та дикорослій рослинності є базовим етапом пошуку засоби біологічного контролю [2].

Інтенсивний розвиток сільського господарства, що передбачає використання нових технологічних схем вирощування пшениці, сівбу сортів зарубіжної селекції, що раніше не культивувалися в місцевих умовах, зміна клімату сприяє здійсненню виробничих процесів в агроценозах, які формують нові харчові відносини. Таким чином, зростає актуальність оцінки підгодівлі рослин, що враховують екологічні підходи і використовувані технології. Знання механізмів динаміки популяції та особливостей видового складу зернових, їх взаємозв'язків з урожаєм, складного впливу агротехнологічних методів на них створює умови для створення науково обґрунтованої системи захисту пшениці та розробки ефективних прогнозів відтворення.

Найнебезпечнішим періодом для формування пшениці є період від формування-наливу зерна до фаз розвитку молока. В основному шкодять сисні фітофаги (личинки та дорослі особини пшеничного трипса, попелиці). У цей період формується маса шкідників. Через високу чисельність шкідників зернових культур формується деформоване зерно, при цьому знижуються якісні та кількісні показники зерна, а також його подальша продуктивність. Знання основних кропфітофагів та їх шкідливості в уразливих фазах вегетації пшениці допомагає цілеспрямовано організувати захисні заходи з урахуванням чисельності того чи іншого виду і при цьому застосовувати агротехнічні прийоми та більш ефективно зменшувати кількість фітофагів у найбільш небезпечні періоди розвитку рослин.

Агрофітоценоз складається з культурних і бур'янистих рослин. Культурні рослини в посівах можуть бути представлені одним видом – одновидові посіви, або декількома – багатовидові культури (вика-овес, суміш конюшини з тимофіївкою, суміш соняшнику з редькою та ін.).

Культури, залежно від сівозміни, можуть займати поле протягом одного вегетаційного періоду або кількох сезонів поспіль. Бур'яни представлені в агрофітоценозі найчастіше в кількості 10–15 видів, рідше в кількості 20–30.

До складу бур'янового компонента агрофітоценозу входять також діаспори бур'янів у ґрунті (плоди, насіння, підщепи, кореневища, бульби, кореневі шийки, цибулини та інші органи відновлення), які зазвичай називають банком насіння [3].

Думка про те, що бур'яни більш життєздатні та витривалі, ніж культурні рослини, є помилковою. Еволюція польових угруповань протягом багатьох століть відбувалася завдяки відбору людиною найцінніших за біологічною продуктивністю та господарською цінністю рослин із дикорослих, у тому числі бур'янових видів, створюючи сприятливі умови для їх зростання системою агротехнічних заходів.

Завдяки випереджаючому розвитку та переважанню в агрофітоценозі культурних рослин створюється конкурентна перевага над бур'янами і, як наслідок, формування та стан внутрішнього фітоценотичного середовища польового угруповання визначається культурним компонентом, який також виступає як середовище, або едифікатор, польових фітоценозів.

Міцні стебла культурних рослин гнітюче діють на багато бур'янів. При цьому кількість створюваної ними органічної маси рідко перевищує 2–5% від загальної маси агроценозу.

Лише за рахунок ослаблення культури з різних причин: ослаблених сходів, несвоєчасного посіву, сильного ураження шкідниками тощо можна створити умови для конкурентної переваги бур'янової рослинності.

Варто також відзначити, що серед автотрофів до складу агрофітоценозів входять різні водорості (зелені, синьозелені, діатомові та ін.); однак маса синтезованої ними органічної речовини щорічно не перевищує 100–150 кг/га.

Поряд із підвищенням урожайності необхідно вдосконалювати процес збирання врожаю та умови зберігання зерна. Позитивною характеристикою

зерна є можливість тривалого зберігання без істотної втрати якості. Однак тривале зберігання можна проводити лише за умови правильного збирання, очищення, сушіння, боротьби з комахами та профілактики грибків [4].

Партія зерна, що зберігається, є матеріалом, що піддається перетворенням, погіршенню та втратам через взаємодію між фізичними, хімічними та біологічними явищами. Температура, вологість, доступність кисню, мікроорганізми, комахи, гризуни та птахи мають великий вплив на це середовище.

Висновок. Дослідження в галузі збирання та зберігання дуже важливі для збереження зерна, отриманого сімейними фермерами. Важливо зберегти якість зерна, зберегти його здоровим, чистим і вільним від залишків пестицидів, які використовуються для боротьби зі шкідниками, які завжди впливають зерно, що зберігається. Альтернативами в цій галузі є: зберігання у вигляді силосу з цілої подрібненої рослини, особливо для годівлі жуйних, які виробляють молоко та м'ясо, зберігання у вигляді вологого зернового силосу, особливо для годівлі свиней, і зберігання висушеного зерна, або насипом, або в качанах, для використання на корм для тварин загалом.

Напад шкідників – це проблема врожаю, і вона не закінчується збором врожаю. Підраховано, що під час зберігання зерна через шкідників може бути втрачено до 10% виробленого.

Крім того, країни-імпортери все частіше вимагають фітосанітарні вимоги, які засвідчують, що продукт не містить шкідників. У сховищах насіння може стати непридатним для посіву та зашкодити наступному врожаю, якщо на нього нападуть комахи-шкідники.

Під час кожного збирання врожаю зерно-насі́ннесховища повинні бути підготовлені до нових навантажень. Ця підготовка стосується місця, де будуть зберігатися зерна або насіння, яке має бути чистим і вільним від шкідників (комах, кліщів, грибків і гризунів). На цьому етапі ділянку можна профілактично обкурити, щоб уникнути присутності складських шкідників. Крім того, важливо мати вентиляцію та кліматичні умови з відповідною температурою та відносною вологістю для отримання зерна.

Розуміння важливості практик очищення та дезінфекції на складі, а також визначення комах є важливим для досягнення встановлених цілей вирощування зернових культур та їх ефективного зберігання.

Список використаних джерел

1. Rudska N. Control of the number of sucking pests of winter wheat in the conditions of the Right-bank Forest Steppe. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. Вип. 28 (1). С. 113–136. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-1-8
2. Мостов'як І.І., Дем'янюк О.С., Лісовий М.М. Екологічна структура шкідливого ентомокомплексу агроценозів зернових злакових культур Центрального Лісостепу України. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 2. С. 31–39
3. Рослинна сировина в харчовій промисловості : наук.-допом. бібліогр. показч. / [упоряд. Т. П. Фесун] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2022. – 235 с.

4. Bajwa A.A. et al. Impact of climate change on biology and management of wheat pests. Crop Protection. 2020. Vol. 137. P. 105–304.

Артем БОБЧАК³⁵
студент 2-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПРОТРУЙНИКИ, ЯК ВАЖЛИВИЙ ЕЛЕМЕНТ ЗАХИСТУ КАРТОПЛІ ВІД ФУЗАРІОЗУ

***Анотація.** Основним із збудників фузаріозних хвороб картоплі є гриб роду *Fusarium*, особливо *Fusarium solani* та *Fusarium oxysporum*. Одним з найефективніших способів боротьби з фузаріозом картоплі є використання стійких до хвороби сортів.*

Належна сільськогосподарська практика також важлива для запобігання поширенню фузаріозу.

*Хімічні речовини, такі як фунгіциди, можуть використовуватися для контролю поширення збудників фузаріозу в картоплі. Однак важливо дотримуватися інструкцій щодо норм застосування та властивостей хімікатів, оскільки неправильне використання може мати негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей. Боротьба з фузаріозом на картоплі є складним завданням, оскільки гриби *Fusarium* можуть бути присутні в ґрунті та рештках рослин протягом тривалого періоду. Тому, крім вище зазначених заходів, важливо також виконувати регулярні обстеження рослин, щоб виявити ознаки зараження та прийняти відповідні заходи для його ліквідації.*

***Annotation.** The main causative agent of *Fusarium* diseases of potatoes is the fungus genus *Fusarium*, especially *Fusarium solani* and *Fusarium oxysporum*. One of the most effective ways to control *Fusarium* disease in potatoes is to use disease-resistant varieties.*

*Good agricultural practices are also important to prevent the spread of *Fusarium*.*

*Chemicals such as fungicides can be used to control the spread of *Fusarium* pathogens in potatoes. However, it is important to follow the instructions on application rates and chemical properties, as improper use can have negative effects on the environment and human health. Controlling *Fusarium* blight on potatoes is challenging because *Fusarium* fungi can be present in soil and plant residues for a long period of time. Therefore, in addition to the above measures, it is also important to perform regular plant inspections to detect signs of infection and take appropriate measures to eliminate it.*

³⁵Науковий керівник – кандидат с.-г наук, доцент Олег Колісник.

Ключові слова. картопля, сорт, протруйники, хвороби, передпосівна обробка, фузаріоз, суха гниль, урожайність.

Вступ. Фузаріоз - широко розповсюджене захворювання, що вражає дикорослі культурні рослини, спричинене грибом роду *Fusarium*, який проникає через пошкоджене коріння [5]. Джерелами інфекції є ґрунт, насіння та розсада. Фузаріоз поширений у всіх кліматичних зонах і спричиняє серйозні втрати рожаю [4].

Фузаріозні гриби пошкоджують судинну систему рослин, викликаючи фітофтороз. Фузаріозні гриби також вражають тканини, викликаючи кореневі гнилі та гниття насіння. Через блокування кровоносних судин міллота її токсичні виділення уражені рослини погано цвітуть, листя жовтіє і опадає, коренева система стає не функціональною і чорніє, а ділянка стебла покривається жилками і чорніє [3].

Фузаріозні гриби починаються з кореневої гнилі, проникають у ґрунт через дрібні корінці, вражають редиску та уражають листя на стеблі і дренажні труби. Першими в'януть нижні листки, краї інших листків стають водянистими, а на деревині з'являються жовті або світло-зелені плями. Черешкові жилки слабшають, і листя опускається вздовж стебла. У вологих умовах на листовій пластинці з'являється тонкий білий наліт. Різкі коливання температури і вологості та дефіцит поживних речовин у ґрунті спричиняють прогресування хвороби [1, 6].

Фузаріозні гриби можуть розвиватися на різних стадіях розвитку картоплі, найчастіше під час цвітіння [2]. У польових умовах гриб фузаріоз можна розпізнати за такими симптомами на кущах верхні листки стоншуються і на їхніх краях з'являються коричневі плями; листя буріє біля коріння; у вологих умовах вони починають гнити і покриваються помаранчевими або рожевими квітками. На поперечних зрізах стебла окремі жилки або цілі судинні кільця мають помітний коричневий колір. Рослини, заражені грибами *Fusarium*, в'януть і засихають протягом декількох днів (рис. 1).



Рис. 1. Прояв фузаріозу на рослинах картоплі [3]

Коли грибки фузаріозу потрапляють у ґрунт, вони вражають бульби, викликаючи гниття, і плями покриваються помаранчевим або рожевим нальотом. (рис. 2).



Рис. 2. Картопля уражена фузаріозом [3]

До факторів, що сприяють активізації збудників фузаріозу відносять:

- ✓ не дотримання вимог агротехніки;
- ✓ загушення рослин;
- ✓ не відповідність ґрунтових умов зокрема кислий ґрунт, важкий ґрунт, застій вологи в ґрунті, що перешкоджає доступу повітря до коріння рослин, посадка рослин на низинних ділянках;
- ✓ перенасичення ґрунту хімічними препаратами, зокрема добрив, що містять хлор;
- ✓ розміщення полів близько до промислової зони, особливо до металургійних підприємств, або до автомагістралі;
- ✓ недостатня кількість вологи;
- ✓ підвищений рівень вологи;
- ✓ підвищена температура повітря [5].

Однак не існує сортів картоплі, повністю стійких до *Fusarium* spp. Тому необхідно вживати фітосанітарних заходів [2]. Також, необхідно перевіряти насіння перед посадкою на наявність фузаріозу в насінні для виключення можливості використання заражених зразків.

Для профілактики зараження рослин картоплі фузаріозом потрібно дотримуватись правильної агротехніки, використовувати на посадках гербіциди та фунгіциди. При застосуванні пестицидів важливо дотримуватись рекомендацій щодо дозування та особливостей застосування. Фузаріоз може поширюватися у ґрунті з не достатнім дренажем, тому важливо забезпечити відповідну аерованість, вентиляцію та водопроникність ґрунту [7].

При виявленні на посадках картоплі заражених фузаріозом рослин їх слід обережно видалити для того, щоб запобігти поширенню хвороби.

Викладення основного матеріалу. Нами були проведені польові дослідження по визначенню ефективності фунгіцидних протруйників на розвиток і поширення сухої фузаріозної гнилі картоплі на природних фонах. Дослідження проводились на полях ФГ «СЛОБІДСЬКЕ» село Клекотина Жмеринського району. У досліді передпосівну обробку проводили фунгіцидними протруйниками Шедевр к.с. та Ас-Селектив к.с., обробляли бульбу картоплі трьох сортів: Рів'єра, Гала, Карлена. Обробку проводили дотримуючись норм витрат та технологічних вимог.

Пі дчас збирання картоплі у фермерському господарстві «СЛОБІДСЬКЕ»,

сортів Рів'єра, Гала та Карлена були перевірені на наявність сухої фузаріозної гнилі. Дослідження показали, що застосування для передпосівної обробки бульб протруйників: Шедевр к.с., Ас-Селектив к.с., мали позитивний вплив сприяючи зниженню показників розвитку (R) та поширення (P) сухої фузаріозної гнилі на всіх сортах картоплі.

Нами було відмічено, що на сорті Гала більше зниження розвитку сухої фузаріозної гнилі (R) та її поширення (P) відмічено при застосуванні протруйника Шедевр R - 1,23 % і P - 1,47. На сорті Рів'єра більше зниження розвитку хвороби (R) та її поширення (P) відмічено при застосуванні протруйника Ас-Селектив R - 1,91 % і P - 1,83. Де що нищу ефективність протруйників було відмічено на сорті Карлена, де більше зниження розвитку сухої фузаріозної гнилі (R) та її поширення (P) відмічено при застосуванні протруйника Шедевр R - 0,66 % і P - 0,83 (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив протруйників на розвиток та поширення сухої фузаріозної гнилі картоплі (в середньому 2022-2023рр.)

Варіант	Рів'єра		Гала		Карлена	
	R,%	P,%	R,%	P,%	R,%	P,%
Контроль	3,65	3,91	3,94	3,88	3,79	3,90
Шедевр к.с.	2,89	3,05	2,02	2,04	3,42	3,41
Ас-Селектив к.с.	2,41	2,43	2,14	2,23	3,12	3,06

Отже, застосування протруйників Шедевр та Ас-Селектив для передпосівної обробки бульб сприяло зниженню рівня розвитку та поширення сухої фузаріозної гнилі на сортах Рів'єра, Гала, Карлена.

При визначенні урожайності було відічено позитивний ефект передпосівної обробки фунгіцидами бульб картоплі усіх сортів (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив застосування передпосівної обробки бульб картоплі фунгіцидними протруйниками на урожайність (в середньому 2022-2023рр.)

Варіант	Показники урожайності сортів картоплі, т/га					
	Рів'єра		Гала		Карлена	
	Середнє	Приріст	Середнє	Приріст	Середнє	Приріст
Контроль	29,11	-	30,06	-	27,41	-
Шедевр к.с.	29,82	0,70	31,75	1,70	28,14	0,72
Ас-Селектив к.с.	30,64	1,52	30,90	0,85	29,61	2,19

Аналіз результатів показав, що передпосадкова обробка бульб картоплі різних сортів позитивно вплинула на урожайність, збільшивши її з 070 т/га до 219 т/га порівняно з контролем.

Таким чином, встановлено, що застосування протруйників Шведевр та Ас-Селектив для передпосадкової обробки бульб сортів Рів'єра, Гала та Карлена є ефективним засобом захисту від дії збудників сухої фузаріозної гнилі та сприяє збереженню врожаю.

Висновок. Боротьба зі збудниками фузаріозу на картоплі полягають у використанні комплексного підходу, що включає в себе вибір стійких сортів картоплі, перевірку наявності зараження у насінні, дотримання правильної агротехніки, обробка насіння перед посадкою фунгіцидами та обережне видалення заражених рослин. Важливо забезпечити належне та добре вентильовані умови, що сприяють зменшенню вологості і розповсюдженню грибів. При вирощуванні картоплі необхідно враховувати, що фузаріоз може поширюватися різними шляхами, зокрема через ґрунт, насіння і повітря, тому необхідно приділяти увагу всім аспектам контролю за даним захворюванням. Варто зазначити, що регулярний моніторинг і раннє виявлення зараження можуть допомогти уникнути значних втрат урожаю.

Список використаних джерел

1. Бондарчука А.А., Колтунова В.А. Картоплярство: Методика дослідної справи Вінниця ТОВ «ТВОРИ», 2019. 652 с.
2. Ільчук В.В., Альохін В. В. Підвищення конкуренто спроможності галузі картоплярства шляхом застосування високо ефективних агротехнічних заходів при вирощуванні картоплі. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Львів-Оброшино, 2014. Вип. 56, Ч. I. С. 52-56.
3. Піковський М. Хвороби картоплі. Пропозиція. К., 2019. №5. С.15-26.
4. Рудь В.П. Проблеми розвитку ринку картоплі в Україні. Овочівництво і баштанництво. 2015. Вип. 61. С. 193-199.
5. Марков І.Л., Башта О.В., Гентош Д.Т. Сільськогосподарська фітопатологія. Підручник. К., 2017. 476 с.
6. Літвіненко С.Г., Буджак В.В. Фітопатологія. Конспект лекцій. Вид. 2-ге, випр. і доп. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2022. 92 с.
7. Паламарчук В.Д., Доронін В.А., Колісник О.М., Алексєєв О.О., Основи насіннезнавства (теорія, методологія, практика) Вінниця друкарня ТОВ «Друк» 2022 392 с.

НАПРЯМ

2

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЇ, ЛІСОВОГО ТА САДОВОГО- ПАРКОВОГО СПОДАРСТВА

Олександра БОРТНОВСЬКА¹,

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

ЕВТРОФІКАЦІЯ ВОДОЙМ. ПРИЧИНИ, НАСЛІДКИ ТА МЕТОДИ ЇЇ УСУНЕННЯ

Анотація. В даній статті йдеться про евтрофікацію водойм, що вона собою являє і як її можна побачити. З'ясовано причини її виникнення та проявів на водоймах. Також визначили та проаналізували найефективніші методи для усунення евтрофікації, не завдаючи шкоди для продуктивності водойм.

Annotation. This article is about eutrophication of water bodies, what it is and how it can be seen. The reasons for its occurrence and manifestations on reservoirs have been clarified. The most effective methods for eliminating eutrophication without harming the productivity of the reservoirs themselves were also identified and analyzed.

Вступ. З кожним роком можна помітити, що водойми країни більше і більше покривається зеленими водоростями. Відбувається «цвітіння» води, або інша назва цього процесу – евтрофікація (Рис. 1.).

Евтрофікація водойм — це природне явище, яке проявляється в зміні забарвлення води внаслідок масового розмноження мікроскопічних водоростей. Вода з прозорої стає мутнувато-зеленою, а незабаром і зовсім набуває яскраво-зеленого кольору. Масове розмноження фітопланктону викликає зміну забарвлення води [9].

Найчастіше евтрофікація загрожує водоймам зі стоячою водою, або

¹Науковий керівник: кандидат с.-г.н., старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ ТЕТЯНА Аралова.

річкам, які повільно течуть. Навесні, коли вода прогрівається, водорості спливають на поверхню. Впродовж свого активного «життя», водорості поглинають шкідливі домішки, збагачують воду киснем, вітамінами і біологічно активними речовинами. Але коли вони відмирають, то їхнє розкладання супроводжує утворення токсичних речовин, а їх токсичність дорівнює токсичності блідої поганки.

Виклад основного матеріалу. Евтрофікація – збагачення водойм біогенними елементами, що супроводжуються знищенням продуктивності водойми. Евтрофікація може бути наслідком природного старіння водойми, внесення добрив або забруднення стічними водами [1].

За рівнем евтрофікації водойми поділяються на:

- оліготрофні (слабко евтрофіковані)
- мезотрофні (середньоевтрофіковані)
- евтрофні (сильно евтрофіковані)

Іноді також в окрему категорію виділяють гіперевтрофні (над-сильно евтрофіковані) водойми – такі, де евтрофікація спричинює масове відмирання біоти та різку зміну параметрів екосистеми.

Для евтрофних водойм характерні багаті та різноманітні літоральна та субліторальна рослинність, велика кількість планктону. Розбалансована евтрофікація може призводити до вибухового розвитку одноклітинних водоростей («цвітіння води»), дефіциту кисню та, як наслідок, загибелі вищої рослинності, риб та інших тварин.

Механізм впливу гіпер-евтрофікації на екосистеми водойм є таким:

- Підвищення вмісту біогенних елементів у верхніх горизонтах води викликає бурхливий розвиток рослин в цій зоні (в першу чергу планктонних водоростей, а також водоростей – обрастальників) та збільшення чисельності зоопланктону, що харчується фітопланктоном. Як наслідок прозорість води різко знижується, глибина проникнення сонячних променів зменшується, що призводить до загибелі донних рослин від нестачі світла. Після загибелі донних рослин відбувається загибель організмів, чий життєвий цикл був з ними пов'язаний.

- Водорості та бактерії, що сильно розмножилися у верхніх горизонтах водойми, мають набагато більшу сумарну поверхню тіла та біомасу, аніж нормальний рослинний комплекс при сталому рівні евтрофікації водойми. При цьому в нічні години фотосинтез в цих рослинах не йде, а процес дихання продовжується, що потребує затрат кисню. В результаті в передранішні години, особливо в теплі дні, кисень у верхніх горизонтах води опиняється майже вичерпаним, і спостерігається загибель організмів, що мешкають в приповерхневих водах, від нестачі кисню (так званий «літній замор»).

- Велика кількість відмерлих організмів з верхніх шарів водойми опускаються на дно, де проходить їхнє розкладення. Донна рослинність гине на ранніх стадіях евтрофікації, і виробництво кисню тут майже не відбувається. Якщо ж взяти до уваги, що біопродуктивність завдяки евтрофікації

збільшується, між виробництвом та споживанням кисню в придонних горизонтах спостерігається дисбаланс, кисень тут стрімко витрачається, і все це призводить до загибелі бентосних організмів, навіть не пов'язаних з придонною рослинністю. Аналогічне явище, що спостерігається у другій половині зими в замкнених мілководних водоймах, відоме як «зимові замори» [5].

- В донному ґрунті, позбавленому кисню, проходить анаеробне розкладення відмерлих організмів з утворенням таких сильних отрут як феноли та сірководень, які призводять до отруєння організмів у всіх ешелонах водойми, що спричинює ще більш масоване відмирання, як наслідок – додаткове збільшення споживання кисню при розкладенні органіки (Рис2).



Рис.2. Евтрофікаційний спалах в північній частині Каспійського моря, супутниковий знімок

Виключне споживання основних поживних речовин для росту рослин сприяє розвитку інвазійних водних рослин та водоростей. Це може бути як фітопланктон, так і макроводорості, і також відбувається поширення ціанобактерій. Ці організми мають високі показники розмноження і швидко ростуть, тому, маючи достатню кількість поживних речовин, вони мають конкурентні переваги. Вони ростуть на поверхні водойми і покривають всю поверхню [7].

Плаваючі водорості та водні рослини, які покривають поверхню, перешкоджають проникненню сонячного світла в нижні шари води. Через це затоплені водорості та рослини не можуть фотосинтезуватися і починають гинути. Блокування підводного фотосинтезу цим поверхневим розповсюдженням рослинної маси також передбачає зменшення розчиненого у воді кисню. Крім того, інші джерела розчиненого кисню, такі як обмін з атмосферою, обмежені через блокування поверхневою рослинною масою [8].

Під поверхнею підвищується активність організмів, що розкладаються, особливо бактерій та архей. Це передбачає збільшення потреби в розчиненому кисні, яка зменшується.

Збільшення активності розкладання є наслідком більшої кількості

органічної речовини, що виникає в результаті спалаху поверхневої популяції. Впливає також збільшення смертності підводних організмів.

Внутрішній внесок органічної речовини та зовнішній забрудненими стоками вимагає більше кисню для її біохімічної стабілізації (біохімічний попит на кисень). Коли дефіцит у кисню, накопичується напіврозкладена органічна речовина, вся екосистема впадає в кризу і життя зникає.

Евтрофікація зумовлена запасом поживних речовин, що перевищує звичайний баланс екосистеми. Що може статися як за природними, так і за штучними причинами, хоча природні трапляється рідко.

Антропогенні причини:

- Найважливішою причиною евтрофікації сьогодні є забруднення водою діяльністю людини. Особливо стічні води без належного очищення та дифузного забруднення сільського господарства, що є найважливішим у всьому світі.

- Хімічні добрива складаються із сполук, спеціально розроблених для забезпечення основних поживних речовин для росту рослин. Основна формула добрива включає азот (N), фосфор (P) і калій (K). У сільськогосподарських системах застосування цих продуктів є неефективним, так що близько 60% промивається стоком води. Ці поживні речовини потрапляють у водні об'єкти, такі як річки або, нарешті, озера та океани, транспортуючись стоком води.

- Стічні води з будинків, офісів та заводів забезпечують велику кількість органічних речовин та неорганічних речовин, що сприяють евтрофікації. Побутові стічні води несуть велике навантаження органічних речовин, які, якщо їх не очистити, потрапляють у водойми. Мило та миючі засоби, що використовуються для особистої гігієни, побуту та інших приміщень, також включають фосфати та нітрати.

- Промисловість викидає в атмосферу серед інших сполук газу, що містять оксиди азоту. Ці газу при реакції з водяною парою утворюють кислоти, які випадають в осад і досягають водою. Ці сполуки є додатковими джерелами нітратів, які є одними з основних поживних речовин, що сприяють росту рослин.

- Підвищення глобальних температур сприяє евтрофікації, оскільки теплі води сприяють розповсюдженню водоростей і водних рослин. З іншого боку, кількість розчиненого кисню зменшується пропорційно підвищенню температури води [3].

Природні причини:

- Глибокі холодні течії води можуть спричинити сплески популяцій фітопланктону, витягуючи поживні речовини з дна океану на поверхню (апвелінг). Так само цвітіння або відслонення водоростей - це природні явища, спричинені різними факторами, що сприяють зростанню фітопланктону. У таких сприятливих умовах відбувається незвичне збільшення популяції динофлагелатів та діатомових водоростей. Деякі види мікрводоростей нешкідливі та корисні, а інші токсичні водорості, такі як динофлагелати роду Олександріум. Ця токсичність зумовлена викидом мікрводоростями таких

токсинів, як сакситоксин, сигуатоксин та гоніатоксини [2, 4].

- Річки, що випливають вздовж русла, породжують меандри або помітні криві, які іноді залишаються ізольованими. Таким чином утворюються підковові лагуни, які живляться дощовою водою, стоком або періодичними розливами річки. У цих водосховищах концентрація поживних речовин вища, ніж у річці, оскільки немає відтоку. Тому природні явища евтрофікації виникають через поширення водоростей та водної рослинності [6].

Згідно з інформацією Держрибагентства, для боротьби з евтрофікацією застосовують органічні та неорганічні альгіциди або механічно видаляють водорості. Для профілактики у водойми можуть вносити мікробіологічні препарати та вселяють хлорелу. Окрім цих методів, є ще один дуже дієвий – зариблення водойм рослиноідними видами, а саме: товстолюб, короп, білий амур, щука, судак. Такі риби є біологічними меліораторами водойм.

Запобігання та припинення евтрофікації вимагає багатогранного підходу. Це передбачає мінімізацію забруднення з точкових джерел, таких як стічні води, і зменшення забруднення поживними речовинами від сільськогосподарської практики та інших неточкових джерел. Крім того, досліджуються такі стратегії, як вирощування молюсків у гирлах річок, вирощування морських водоростей та геоінженерія в озерах, хоча деякі з них все ще знаходяться на стадії експерименту.

Висновки. Евтрофікація є природним процесом у водних екосистемах, утворений збагаченням поживних речовин, що виробляються, надлишок органічних речовин скидається в річки та озера внаслідок діяльності людини. Причини цього процесу можуть бути різноманітними, включаючи як природні, так і штучні (створені людиною). Зазвичай евтрофікація виникає внаслідок людської діяльності, яка згубно впливає на рослинний і тваринний світ водойм, а також на самі водойми в цілому.

Список використаних джерел

1. Евтрофікація // Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. Херсон : П.П. Вишемирський В. С., 2013, 74 с.

2. Band-Schmidt, C.J., Bustillos-Guzmán, J.J., López-Cortés, D.J., Núñez-Vázquez, E. i Hernández-Sandoval, F.E. (2011). Current state of research on harmful algal blooms in Mexico.

3. Odum, E.P. and Warrett, G. (2006). Principles of Ecology. The fifth edition. Thomson.

4. Romero, J. (2017). A study of the historical behavior of organic matter and nutrients supplied by rivers tributary to Lake Los Tacariguas. Karabobo University, Faculty of Engineering, Directorate of Graduate Studies, MSc in Environmental Engineering.

5. Ruiz-Vanoe, J., & Diaz-Parra, O. (2015). Accumulation of dead zones in the sea. Scientific journal.

6. Sar, E.A., Ferrario, M.E. and Regea, B. (Ed., 2002). Harmful algae blooms in the American southern cone. Spanish Institute of Oceanography.
7. Matthews, M.W.; Odermatt, D. Improved algorithm for routine monitoring of cyanobacteria and eutrophication in inland and near-coastal waters. Remote Sens. Environ. 2015, 156, C. 374–382.
8. T. Wagner, L. E. Erikson. Rational management of eutrophic lakes and reservoirs. Journal of environmental protection. 2017.8(4).
9. <https://en.wikipedia.org/wiki/Eutrophication>.

Vladyslav Vakanovskiy²,
2nd year student ,
Faculty of Agronomy Horticulture and Plant Protection,
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine

WEATHERING ROCKS

***Annotation.** This article describes the processes of soil formation and weathering. Peculiarities and characteristics of this phenomenon, its importance and fundamental nature of such a science as soil science.*

***Анотація.** У цій статті описано процеси ґрунтоутворення та вивітрювання. Особливості та характеристика цього явища, його значення та фундаментальність такої науки, як ґрунтознавство.*

***Introduction.** Have you ever visited a canyon or cave and wondered how those formations came to be? Or observed smooth stones by a river or beach? These results are due to a process called weathering. Weathering, or the wearing-away of rock by exposure to the elements, not only creates smooth rocks as well as caves and canyons, but it also slowly eats away at other hard objects, including some statues and buildings.*

***Outline of the main content.** Weathering is the breaking down or dissolving of rocks and minerals on Earth's surface. Once a rock has been broken down, a process called erosion transports the bits of rock and minerals away. Water, acids, salt, plants, animals, and changes in temperature are all agents of weathering and erosion [6]. Weathering describes the breaking down or dissolving of rocks and minerals on the surface of the Earth. Water, ice, acids, salts, plants, animals, and changes in temperature are all agents of weathering. Once a rock has been broken down, a process called erosion transports the bits of rock and mineral away. No rock on Earth is hard enough to resist the forces of weathering and erosion. Together, these processes carved landmarks such as the Grand Canyon, in the U.S. state of Arizona. This massi*

²Науковий керівник: Малик В. М. викладач кафедри Української та іноземних мов.

ve canyon is 446 kilometers (277 miles) long, as much as 29 kilometers (18 miles) wide, and 1,600 meters (1 mile) deep. Weathering and erosion constantly change the rocky landscape of Earth. Weathering wears away exposed surfaces over time [6].

The length of exposure often contributes to how vulnerable a rock is to weathering. Rocks, such as lava's, that are quickly buried beneath other rocks are less vulnerable to weathering and erosion than rocks that are exposed to agents such as wind and water. As it smoothes rough, sharp rock surfaces, weathering is often the first step in the production of soils. Tiny bits of weathered minerals mix with plants, animal remains, fungi, bacteria, and other organisms. A single type of weathered rock often produces infertile soil, while weathered materials from a collection of rocks is richer in mineral diversity and contributes to more fertile soil. Soils types associated with a mixture of weathered rock include glacial till, loess, and alluvial sediments. Weathering is often divided into the processes of mechanical weathering and chemical weathering. Biological weathering, in which living or once-living organisms contribute to weathering, can be a part of both processes [3].

Mechanical weathering, also called physical weathering and disaggregation, causes rocks to crumble. Water, in either liquid or solid form, is often a key agent of mechanical weathering. For instance, liquid water can seep into cracks and crevices in rock. If temperatures drop low enough, the water will freeze. When water freezes, it expands. The ice then works as a wedge. It slowly widens the cracks and splits the rock. When ice melts, liquid water performs the act of erosion by carrying away the tiny rock fragments lost in the split. This specific process (the freeze - thaw cycle) is called frost weathering or cryofracturing. Temperature changes can also contribute to mechanical weathering in a process called thermal stress. Changes in temperature cause rock to expand (with heat) and contract (with cold). As this happens over and over again, the structure of the rock weakens. Over time, it crumbles. Rocky desert landscapes are particularly vulnerable to thermal stress. The outer layer of desert rocks undergo repeated stress as the temperature changes from day to night. Eventually, outer layers flake off in thin sheets, a process called exfoliation. Exfoliation contributes to the formation of bornhardts, one of the most dramatic features in landscapes formed by weathering and erosion. Bornhardts are tall, domed, isolated rocks often found in tropical areas. Sugarloaf Mountain, an iconic landmark in Rio de Janeiro, Brazil, is a bornhardt. Changes in pressure can also contribute to exfoliation due to weathering. In a process called unloading, overlying materials are removed. The underlying rocks, released from overlying pressure, can then expand. As the rock surface expands, it becomes vulnerable to fracturing in a process called sheeting. Another type of mechanical weathering occurs when clay or other materials near rock absorb water. Clay, more porous than rock, can swell with water, weathering the surrounding, harder ro

ck. Salt also works to weather rock in a process called haloclasty[4]. Saltwater sometimes gets into the cracks and pores of rock. If the saltwater evaporates, salt crystals are left behind. As the crystals grow, they put pressure on the rock, slowly breaking it apart. Honeycomb weathering is associated with haloclasty. As its name implies, honeycomb weathering describes rock formations with hundreds or even thousands of pits formed by the growth of salt crystals. Honeycomb weathering is common in coastal areas, where sea sprays constantly force rocks to interact with salts. Haloclasty is not limited to coastal landscapes. Salt upwelling, the geologic process in which underground salt domes expand, can contribute to weathering of the overlying rock. Structures in the ancient city of Petra, Jordan, were made unstable and often collapsed due to salt upwelling from the ground below. Plants and animals can be agents of mechanical weathering. The seed of a tree may sprout in soil that has collected in a cracked rock. As the roots grow, they widen the cracks, eventually breaking the rock into pieces. Over time, trees can break apart even large rocks. Even small plants, such as mosses, can enlarge tiny cracks as they grow. Animals that tunnel underground, such as moles and prairie dogs, also work to break apart rock and soil. Other animals dig and trample rock above ground, causing rock to slowly crumble [1].

Chemical weathering changes the molecular structure of rocks and soil. For instance, carbon dioxide from the air or soil sometimes combines with water in a process called carbonation. This produces a weak acid, called carbonic acid, that can dissolve rock. Carbonic acid is especially effective at dissolving limestone. When carbonic acid seeps through limestone underground, it can open up huge cracks or hollow out vast networks of caves. Carlsbad Caverns National Park, in the U.S. state of New Mexico, includes more than 119 limestone caves created by weathering and erosion. The largest is called the Big Room. With an area of about 33,210 square meters (357,469 square feet), the Big Room is the size of six football fields. Sometimes, chemical weathering dissolves large portions of limestone or other rock on the surface of the Earth to form a landscape called karst. In these areas, the surface rock is pockmarked with holes, sinkholes, and caves. One of the world's most spectacular examples of karst is Shilin, or the Stone Forest, near Kunming, China. Hundreds of slender, sharp towers of weathered limestone rise from the landscape. Another type of chemical weathering works on rocks that contain iron. These rocks turn to rust in a process called oxidation [1]. Rust is a compound created by the interaction of oxygen and iron in the presence of water. As rust expands, it weakens rock and helps break it apart. Hydration is a form of chemical weathering in which the chemical bonds of the mineral are changed as it interacts with water. One instance of hydration occurs as the mineral anhydrite reacts with groundwater. The water transforms anhydrite into gypsum, one of the most common minerals on Earth. Another familiar form of chemical weathering is hydrolysis. In the process of hydrolysis, a new solution (a mixture of two or more substances) is formed as

chemicals in rock interact with water. In many rocks, for example, sodium minerals interact with water to form a saltwater solution. Hydration and hydrolysis contribute to flared slopes, another dramatic example of a landscape formed by weathering and erosion. Flared slopes are concave rock formations sometimes nicknamed "wave rocks". Their c-shape is largely a result of subsurface weathering, in which hydration and hydrolysis wear away rocks beneath the landscape's surface. Living or once-living organisms can also be agents of chemical weathering. The decaying remains of plants and some fungi form carbonic acid, which can weaken and dissolve rock. Some bacteria can weather rock in order to access nutrients such as magnesium or potassium. Clay minerals, including quartz, are among the most common byproducts of chemical weathering. Clays make up about 40% of the chemicals in all sedimentary rocks on Earth [2].

Weathering is a natural process, but human activities can speed it up. For example, certain kinds of air pollution increase the rate of weathering. Burning coal, natural gas, and petroleum releases chemicals such as nitrogen oxide and sulfur dioxide into the atmosphere. When these chemicals combine with sunlight and moisture, they change into acids. They then fall back to Earth as acid rain. Acid rain rapidly weathers limestone, marble, and other kinds of stone. The effects of acid rain can often be seen on gravestones, making names and other inscriptions impossible to read. Acid rain has also damaged many historic buildings and monuments. For example, at 71 meters (233 feet) tall, the Leshan Giant Buddha at Mount Emei, China is the world's largest statue of the Buddha. It was carved 1,300 years ago and sat unharmed for centuries. An innovative drainage system mitigates the natural process of erosion. But in recent years, acid rain has turned the statue's nose black and made some of its hair crumble and fall [5].

Conclusions. So, Weathering is breaking down rocks, soil, and minerals as well as wood and artificial materials by contacting the atmosphere, water, and biological organisms of the Earth. Weathering takes place in situ, i.e. in the same place, with little or no movement. It should therefore not be confused with erosion involving the movement of rocks and minerals by agents such as water, ice, snow, wind, waves and gravity, and then transported and deposited elsewhere [5].

References

1. Birkeland, Peter W. (1999). *Soils and geomorphology* (3rd ed.). New York: Oxford University Press. p. 59. ISBN 978-0195078862(dateofaccess: 17.02.2023);
2. Berner, Robert A. (31 December 1995). White, Arthur F; Brantley, Susan L (eds.). "Chapter 13. CHEMICAL WEATHERING AND ITS EFFECT ON ATMOSPHERIC CO₂ AND CLIMATE". *Chemical Weathering Rates of Silicate Minerals*: 565–584. doi:10.1515/9781501509650-015. ISBN 9781501509650(date of access: 17.02.2023);

3. Berner R. A., Berner E. K. Silicate Weathering and Climate. *Tectonic Uplift and Climate Change*. Boston, MA, 1997. P. 353–365. URL: https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5935-1_15 (date of access: 17.02.2023);
4. Gore, Pamela J. W. "Weathering". *Georgia Perimeter College*. Archived from the original on 2013-05-10 (date of access: 16.02.2023);
5. Turkington A. V., Paradise T. R. Sandstone weathering: a century of research and innovation. *Geomorphology*. 2005. Vol. 67, no. 1-2. P. 229–253. URL: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2004.09.028> (date of access: 14.02.2023);
6. Weathering. *Education | National Geographic Society*. URL: <https://education.nationalgeographic.org/resource/weathering/> (date of access: 14.02.2023).

Тетяна ГАВРИЛЮК³,

Студентка 4-го курсу,
Факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПРИРОДНІ РЕСУРСИ ТУЛЬЧИНСЬКОЇ ГРОМАДИ ТА ЇХ ГОСПОДАРСЬКЕ ВИКОРИСТАННЯ

Анотація. Для Тульчинської громади існують практично однакові господарські завдання, тому актуальним стає обмін досвідом вирішення цих завдань (за участю або без участі міжнародних структур) з тим, щоб забезпечити реальний внесок громади у відновлення та розвиток територій, раціональне використання і збереження природних ресурсів, поліпшення екологічного стану довкілля території, створення механізмів нарощування та ефективного використання соціального, інвестиційного, надалі, інноваційного потенціалу різнорівневих соціально-економічних систем.

Ключові слова. Тульчинська громада, природні ресурси, характеристика.

Annotation. For the Tulchyna community, there are practically identical economic tasks, therefore it is becoming urgent to exchange experience in solving these tasks (with or without the participation of international structures) in order to ensure the real contribution of the community to the restoration and development of territories, the rational use and preservation of natural resources, and the improvement of the ecological state environment of the territory, creation of mechanisms for building up and effective use of the social, investment, and, in the future, innovative potential of different levels of socio-economic systems.

Key words. Tulchyn community, natural resources, characteristics.

³Науковий керівник – доктор с.-г. наук, професор, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища Олександр ТКАЧУК .

Вступ. Економіка держави – це складна структурована система, окремі елементи якої перебувають у відповідних взаємозв'язках, які визначають якість функціонування економічної системи загалом.

Кардинальні зміни в організації виробничої діяльності, перехід до ринкової моделі господарювання, інтеграція України до міжнародної спільноти та реформування її економічного простору зумовили глибокі структурні зміни у економічній системі. Насамперед це стосується посилення територіальної диференціації розвитку регіонів, у яких відбуваються складні соціально-економічні перетворення. У цих умовах значно зростає роль регіональних підходів до оцінки трансформації економічної системи [1].

Регіони України мають значні природні, демографічні, соціально-економічні та інші відмінності, що вимагає їхнього обліку при визначенні стратегії регіонального розвитку та наголошує на особливій актуальності вивчення розвитку природних ресурсів окремих територіальних громад, а саме Тульчинської громади.

Проектування механізму функціонування природних ресурсів громад у контексті децентралізаційних процесів у національній економічній системі має стати і стає найважливішою дослідницькою проблемою сьогодення в різних галузях знань: юриспруденції, економічної теорії, соціології, політології і т.д. [2].

Такий напрям наукових досліджень передбачає вивчення комплексу інституціональних, соціальних, економічних і політичних умов та фактор ефективного функціонування та інтеграції громад і може вважатися виключно актуальним та своєчасним, визначаючи, у свою чергу, постановку нових дослідницьких завдань.

Виклад основного матеріалу. Місто Тульчин розташоване у південній частині Подільського плато. Геологічна будова території визначається розміщенням у межах Українського кристалічного щита, фундамент якого складають кристалічні породи. Близькість до поверхні кристалічного щита зумовлює наявність та видобуток таких корисних копалин, як граніт, глина, кварц, крейда, гнейс. Усі ці корисні копалини є будівельними матеріалами, їх використовують в будівництві споруд, шляхів, прокладці інженерних комунікацій. Рельєф міста – хвиляста рівнина, порізана долинами, балками та ярами. Найвища точка міста – 273 м над рівнем моря, найнижча – 196 м. По території міста протікають річки Сільниця, Тульчинка. Води джерел утворюють 3 ставки [3].

Економіко-географічне положення надавало і продовжує формувати значний вплив на характер розвитку території Тульчинської громади. Саме це визначає можливий спектр напрямків економічного розвитку району, а його аналіз дозволяє не лише оцінити нинішній стан району, а й прогнозувати його майбутнє. Тульчинська міська об'єднана територіальна громада – об'єднана територіальна громада в Україні, в Тульчинському районі Вінницької області. Адміністративний центр – місто Тульчин. Площа громади 183,8 км², населення – 20 840 мешканців.

Основними компонентами економіко-географічного положення Тульчинської громади є:

1. Ресурсно-географічне становище. У Тульчинській громаді немає власних запасів мінеральної сировини, крім будівельних матеріалів. Однак розробка цих корисних копалин не є значущим фактором промислового розвитку району. Район знаходиться далеко від джерел первинної енергії. Територія району має значні аграрно-кліматичні, водні, рекреаційні та меншою мірою лісові ресурси.

2. Транспортно-географічне положення недостатньо сприятливе. Район займає периферійне становище у транспортній мережі. Автомобільний транспорт є переважаючим у підтримці зв'язків з іншими територіями району у продовольстві та у сільськогосподарській сировині. Однак в даний час аграрний сектор економіки району відчуває серйозні проблеми [4].

Висновок. Для Тульчинської громади існують практично однакові господарські завдання, тому актуальним стає обмін досвідом вирішення цих завдань (за участю або без участі міжнародних структур) з тим, щоб забезпечити реальний внесок громади у відновлення та розвиток територій, раціональне використання і збереження природних ресурсів, поліпшення екологічного стану довкілля території, створення механізмів нарощування та ефективного використання соціального, інвестиційного, надалі, інноваційного потенціалу різнорівневих соціально-економічних систем.

Список використаних джерел

1. Офіційний ресурс Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України <https://ecozaagroza.gov.ua/>

2. Місцеве самоврядування як чинник стійкості тилу: аналіт. доп. В. Г. Потапенко, В. О. Баранник, Н. В. Бахур та ін.; за ред. В. Г. Потапенка. Київ: НІСД, 2023. 54 с.

3. Офіційний сайт Тульчинської громади. Електронний ресурс. <https://tulchin-rada.gov.ua/> (дата звернення 05.09.2023).

4. Звіт щодо базових даних «Стан поводження з ТПВ у Тульчинському цільовому регіоні Вінницької області». DESPRO, 2011

Антоній ГОЛОСКЕВИЧ-ВАСИЛЕЦЬ⁴,
студент 1-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ НА ОСНОВІ МІКОРИЗОУТВОРЮЮЧИХ МІКРООРГАНІЗМІВ В УКРАЇНІ

***Анотація.** Протягом останніх десятиліть мікоризні препарати були широко досліджені та застосовані в сільському господарстві, оскільки вони можуть посилити ріст рослин, покращити структуру ґрунту та підвищити поглинання поживних речовин.*

У статті обговорюється застосування мікоризних препаратів у сільському господарстві, зосереджуючись на різних типах мікориз, механізмах їх дії та потенційних перевагах у різних сільськогосподарських системах. У статті також досліджено проблеми та обмеження використання мікоризних препаратів та надано рекомендації щодо їх ефективного застосування.

***Annotation.** Mycorrhizal preparations have been extensively researched and applied in agriculture over the past decades, as they can enhance plant growth, improve soil structure, and increase nutrient uptake.*

This article discusses the application of mycorrhizal preparations in agriculture, focusing on the different types of mycorrhizae, their mechanisms of action, and their potential benefits in various agricultural systems. The article also explores the challenges and limitations of using mycorrhizal preparations and provides recommendations for their effective application.

***Вступ.** Мікоризи – це гриби, які утворюють мутуалістичні асоціації з корінням рослин, приносячи користь обом партнерам (рис. 1). Гриб забезпечує рослину необхідними поживними речовинами, такими як фосфор і азот, а натомість отримує вуглеводи, які виробляє рослина за допомогою фотосинтезу. Ці симбіотичні відносини зустрічаються майже в усіх екосистемах і відіграють вирішальну роль у рості рослин і функціонуванні екосистеми. Застосування мікоризних препаратів у сільському господарстві привернуло велику увагу протягом останніх десятиліть через їхній потенціал посилювати ріст рослин, покращувати структуру ґрунту та збільшувати поглинання поживних речовин.*

***Виклад основного матеріалу.** У природі існує два основних типи мікоризи: екзомікориза і ендомікориза мікориза. Екзомікориза здебільшого асоціюється з деревами та деякими деревними кущами, які утворюють мантію навколо кінчика кореня та ростуть у навколишній ґрунт [1]. Гіфи грибів проникають у ґрунт і витягують поживні речовини, які передаються рослині.*

⁴Науковий керівник: кандидат с.-г. н. доцент викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин. ВНАУ Людмила Яковець.

Екзомікориза також відіграє вирішальну роль в агрегації ґрунту та розкладанні органічних речовин.



Рис.1 .Мікориза – симбіотичне утворення сосни з грибом-мікоризоутворювачем

Навпаки, ендомікориза утворює асоціації з більшістю трав'янистих рослин, включаючи більшість видів сільськогосподарських культур (рис. 2.).

Гіфи гриба проникають у клітини кореня та утворюють арбускули, які є сильно розгалуженими структурами, що здійснюють обмін поживними речовинами між грибом і рослиною. Ендомікориза може підвищити здатність рослин поглинати поживні речовини, особливо фосфор, а також покращити структуру ґрунту.



Рис. 2. Ендомікориза

Відкриття мікоризи починається з перших спостережень за співіснуванням коренів рослин і грибів, які були зроблені ще в XVII столітті. Але наукове вивчення цього явища почалося тільки наприкінці XIX століття, коли вчені почали досліджувати біологічні взаємодії між рослинами і грибами.

В 1885 році німецький ботанік Альберт Бернгард Франк описав мікоризу як злиття корневих волосків рослин і грибів, яке забезпечує ефективний обмін речовинами між ними. Проте наукова спільнота не звернула на це значну увагу до 1960-х років.

У 1960-х роках дослідники почали використовувати мікоризні гриби як біопрепарати для підвищення врожайності рослин. Перші мікоризні препарати були створені в Японії, де дослідники розробили спосіб вирощування мікоризних грибів на субстраті з вуглекислого кальцію і діатомової землі. В

1970-х роках мікоризні препарати почали використовувати в Європі та США.

Мікоризні препарати можуть посилювати ріст і продуктивність рослин завдяки різним механізмам дії. Одним із найважливіших механізмів є збільшення площі кореневої системи.

Мікориза здатна утворюватися на всіх культурах (включаючи зернові, бобові, овочі, фруктові та хвойні дерева), окрім капустяних і амарантових. При розростанні грибниця мікоризи здатна збільшувати об'єм загальної поглинаючої поверхні кореневої системи в тисячі разів. Зокрема гриби роду *Glomus* – один з універсальних мікоризоутворювачів, який формує арбускулярну мікоризу [2].

Мікориза може розширювати кореневу систему рослини в кілька сотень разів, збільшуючи об'єм ґрунту, з якого можна витягувати поживні речовини. Це підвищене поглинання поживних речовин може призвести до покращеного росту та врожаю. Мікориза також може покращувати структуру ґрунту, виробляючи гломалін, глікопротеїн, який зв'язує частинки ґрунту разом, створюючи стабільні агрегати, які протистоять ерозії та покращують утримання води. Крім того, мікориза може покращити біологію ґрунту шляхом збільшення різноманітності та активності ґрунтових мікроорганізмів, що може призвести до покращення кругообігу поживних речовин і придушення хвороб [3].

Застосування мікоризних препаратів у сільському господарстві може дати кілька переваг.

По-перше, мікориза може посилити ріст і продуктивність рослин, особливо на бідних поживними речовинами ґрунтах. Це може призвести до підвищення врожайності та якості врожаю.

По-друге, мікориза може покращувати структуру ґрунту, зменшуючи ерозію та збільшуючи водоутримувальну здатність. Це може призвести до більш стійких сільськогосподарських систем, особливо в районах, схильних до посухи та ерозії.

По-третє, мікориза може зменшити потребу в синтетичних добривах, пестицидах і гербіцидах, що може зменшити забруднення навколишнього середовища та витрати на введення для фермерів. Нарешті, мікориза може підвищити біорізноманіття ґрунту, що може призвести до покращення кругообігу поживних речовин [4].

Незважаючи на потенційні переваги мікоризних препаратів, їх застосування в сільському господарстві не позбавлене проблем і обмежень.

Однією з головних проблем є складність масового виробництва мікоризних грибів. Мікоризи повільно ростуть і дуже специфічні для своїх рослин-господарів, що робить великомасштабне виробництво складним і дорогим. Крім того, мікоризні препарати дуже чутливі до умов навколишнього середовища, таких як температура, рН і вологість, що може вплинути на їх ефективність [5].

Іншою проблемою є обмежене розуміння екології мікоризи та їх взаємодії з іншими ґрунтовими мікроорганізмами. Мікориза є частиною складної харчової мережі ґрунту, і на її ефективність можуть впливати інші ґрунтові

організми, такі як бактерії та найпростіші. Тому внесення мікоризних препаратів не завжди може привести до бажаних результатів, а ефекти можуть бути різними в залежності від типу ґрунту, клімату та виду сільськогосподарських культур.

Крім того, ефективність мікоризних препаратів може бути знижена на ґрунтах, які сильно порушені або деградовані, наприклад, на ґрунтах, які інтенсивно культивувалися або забруднені забруднювачами. У таких випадках застосування мікоризних препаратів може бути недостатнім для відновлення здоров'я ґрунту, і можуть знадобитися додаткові заходи, такі як збереження та рекультивація ґрунту.

Клімат може впливати на ефективність мікоризних препаратів, оскільки мікоризні гриби, які входять до складу цих препаратів, чутливі до змін клімату.

Зміна температури та вологості може впливати на функціонування мікоризних грибів та їх здатність до утворення симбіотичних зав'язків з рослинами. Наприклад, занадто висока температура або надмірна вологість можуть пригнічувати розвиток мікоризних грибів, тим самим зменшуючи їхню здатність до взаємодії з кореневою системою рослин.

Крім того, зміни клімату можуть впливати на розповсюдження мікоризних грибів у природі, зокрема через зміну властивостей ґрунту та рослинного покриву. Наприклад, збільшення температури та зменшення опадів може спричинити зменшення кількості мікоризних грибів у ґрунті, оскільки ці гриби зазвичай пристосовані до оптимального рівня вологості та температури [6].

Щоб подолати виклики та забезпечити ефективне застосування мікоризних препаратів у сільському господарстві, можна надати декілька рекомендацій.

По-перше, важливо вибрати відповідний тип мікоризи для конкретної культури та типу ґрунту. Різні мікоризні види мають різні переваги щодо типів ґрунту та джерел поживних речовин, і вибір відповідного типу може підвищити їхню ефективність.

По-друге, важливо забезпечити належне зберігання та поводження з мікоризними препаратами для збереження їх життєздатності та ефективності. Мікориза дуже чутлива до вологи та температури, і її життєздатність може бути знижена при неправильному зберіганні. Тому препарати мікоризи рекомендується зберігати в сухому прохолодному місці та використовувати якнайшвидше після покупки.

По-третє, необхідно враховувати строки та спосіб внесення мікоризних препаратів. Найкращий час для застосування мікоризних препаратів – під час посадки або пересадки, коли коренева система ще розвивається. Мікоризні препарати можна вносити у вигляді порошку або гранул безпосередньо в посадкову яму або змішувати з ґрунтом перед посадкою. Також важливо уникати використання фунгіцидів або пестицидів, які можуть пошкодити мікоризу, оскільки вони можуть знизити їхню ефективність.

Масштабне та контрольоване використання в сільському господарстві

мікоризоутворюючих біопрепаратів відбувається активно лише останні тридцять років. Проте, препарати на основі мікоризи вже є невід'ємною частиною аграрної економіки. В різних країнах науковці займаються розробкою та дослідженням ефективності біопрепаратів на основі мікоризоутворюючих мікроорганізмів. Один з мікоризоутворюючих препаратів є МікоФренд, який випускається в Україні фірмою по виготовленню біопрепаратів «БТУ – Центр». Даний біопрепарат сприяє формуванню на коренях рослин мікоризи, яка забезпечує живлення та захист рослин. Препарат призначений для приготування ґрунтового субстрату до висіву насіння зернових, зернобобових, технічних, овочевих культур, обробки кореневої системи саджанців, розсади овочевих та кімнатних рослин, оздоровлення ґрунту. Основою для препарату є комплекс ефективних мікроорганізмів: *Glomus*, *Trichoderma Harzianum*; *Pseudomonas Fluorescens*, *Streptomyces sp.*, *Bacillus Megaterium var. phosphaticum*, *Bacillus Subtilis*, *Bacillus Muciloginosus*, *Enterobacter sp.*

ТОВ «Самміт-Агро Юкрейн» вускає препарат МікоАплай, який містить унікальну комбінацію чотирьох видів ендомікоризоутворюючих грибів *Glomus intraradices*, *Glomus luteum*, *Glomus etunicatum*, *Glomus claroideum*. Кожний вид має специфічні властивості, і разом вони, колонізуючи коріння рослин, створюють симбіоз коренів та міцеліальної мережі в ґрунті.

Вартість мінеральних добрив за минулі чотири роки зросла більш ніж на 400%, а контроль за використанням добрив посилюється в більшості країн. Тому, фермери більше уваги звертають на біологічні препарати.

За офіційною статистикою, сумарні витрати американських фермерів на моноамонійфосфат й азотні добрива на гектар перевищують \$200. З цієї причини фермери зі Сполучених Штатів почали частіше звертатися до мікоризної інокуляції, як відмінного рішення (приблизні витрати – \$20–30/га) для більш ефективного використання добрив. Підвищити врожайність та знизити свої витрати на добрива і воду до 30% можливо шляхом передпосівної інокуляції насіння біопрепаратами на основі мікоризоутворюючих мікроорганізмів.

Американські фермери застосовують мікоризу здебільшого у садівництві та на невеликих площах сільськогосподарських угідь. Українські аграрії використовують мікоризуючі препарати на значних площах посівів у промислових масштабах, для підвищення стійкості вирощуваних рослин до стресів, збудників хвороб, для забезпечення кращого живлення та розвитку рослин.

Якщо посіви оброблено біопрепаратами за всіма правилами, то рослини заселяються мікоризою і гарантовано стають більш ефективними за показниками врожайності. При цьому витрати на виробництво зменшуються.

Висновок. Застосування мікоризних препаратів у сільському господарстві може надати кілька переваг, включаючи посилення росту та продуктивності рослин, покращення структури ґрунту та зменшення потреби в синтетичних ресурсах. Однак на ефективність мікоризних препаратів можуть впливати різні

чинники, такі як тип ґрунту, сорт культури та умови навколишнього середовища.

Тому. важливо вибрати відповідний тип мікоризи, забезпечити належне зберігання та поводження, а також розглянути час і спосіб застосування, щоб забезпечити їх ефективність. Потрібні додаткові дослідження, щоб краще зрозуміти екологію мікориз та їх взаємодію з іншими ґрунтовими мікроорганізмами, а також розробити ефективніші та рентабельні методи виробництва та застосування.

Список використаних джерел

1. Dymyrov, S. H., Sabluk, V. T., Tyshchenko, M. V., & Smirnykh, V. M., Dymyrov, S. H. Мікоризоутворюючі препарати та їхній симбіоз із рослинами пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.). Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків, 2019. (27), 51–61.

2. Саблук В. Т., Димитров С. Г., Танчик С. П., Запольська Н. М. Підвищення продуктивності фотосинтезу рослин злакових біоенергетичних культур залежно від обводненості листків за мікоризації їх кореневої системи. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2021. Вип. 29. С. 78–82.

3. Sabluk, V. T., & Dymyrov, S. H. Ефект симбіозу грибів і бактерій з кореневою системою проса прутоподібного *Panicum virgatum* L. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків, 2020. (28), 173–181.

4. Тараріко Ю.О., Личук Г.І. Стимулятори росту рослин у системі органічного землеробства. Вісник аграрної науки. 2014. № 5. С. 11–15.

5. Johnson, N.C. Mycorrhizal fungi: the currency of the arbuscular mycorrhizal symbiosis. Annual Review of Phytopathology, 2010. 48, P. 1–24.

6. Yakhin, O.I. 2017. *Arbuscular mycorrhizas*, microbial communities, nutrient availability, and soil aggregates in organic tomato production. / Yakhin, O.I., Lubyantsev, A.A., Yakhin, I.A., and Brown, P.H. Biostimulants in Cavagnaro, T.R., Jackson, L.E., Six, J., Ferris, H., Grewal, P.S., and Miller, R.O. Plant and Soil. 282 (1–2), 209–225.

Олександр ДЕЛІКАТНИЙ⁵,
магістр 2 року навчання,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового-господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ ГЛОБАЛЬНИХ ЗМІН НА РОСЛИНИ ТА ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ: РОЛЬ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ

***Анотація.** Внаслідок людської діяльності концентрація вуглекислого газу в атмосфері Землі зросла більш ніж на третину з XVIII століття. Цей рівень продовжує зростати. Зростання рівня вуглекислого газу призведе до підвищення температури повітря на 2-5 градусів Цельсія до 2100 року. Це, в свою чергу, призведе до зміни клімату, включаючи більшу кількість посух і засолення. Для того, щоб забезпечити здоровий ріст культур і лісів у майбутньому, важливо зрозуміти, як підвищений рівень вуглекислого газу впливає на проростання насіння та ріст рослин, а також на їхню здатність протистояти абіотичним стресам, таким як посуха і засолення.*

***Annotation.** As a result of human activity, the concentration of carbon dioxide in the Earth's atmosphere has increased by more than a third since the 18th century. This level continues to rise. Rising carbon dioxide levels will lead to an increase in air temperature of 2-5 degrees Celsius by 2100. This, in turn, will lead to climate change, including more droughts and salinisation. In order to ensure healthy crop and forest growth in the future, it is important to understand how increased carbon dioxide levels affect seed germination and plant growth, as well as their ability to withstand abiotic stresses such as drought and salinity.*

Вступ. Глобальне потепління є результатом як антропогенних, так і природних факторів. Природні зміни клімату в минулому були викликані різними факторами, включаючи сонячну активність, виверження вулканів і цикл Міланковича. Цикли Міланковича – це циклічні коливання інсоляції земної поверхні, спричинені коливаннями параметрів обертання Землі навколо Сонця та навколо власної осі. Відповідно, відбуваються циклічні зміни клімату. Тривалість цих циклів – десятки і сотні тисяч років. Цикл Міланковича є довгостроковим періодом, який відбувається кожні 10 000 років. Починаючи з промислової революції, концентрація вуглекислого газу в атмосфері Землі постійно зростає. Вуглекислий газ є парниковим газом, який утримує тепло в атмосфері. Збільшення концентрації вуглекислого газу призвело до підвищення температури на поверхні Землі. Тварини, культури та рослини потребують певних умов для виживання та розвитку. Підвищення глобальної температури порушить ці умови, що призведе до зниження продуктивності та навіть вимирання деяких видів рослин і тварин. Підвищення глобальної температури

⁵Науковий керівник: асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища ВНАУ Вергеліс В.І.

також призведе до поширення небезпечних погодних явищ, таких як повені, хвилі спеки, посухи та урагани. Ці явища можуть завдати значних збитків людському життю та майну. Крім того, підвищення глобальної температури призведе до танення снігу та льоду, що спричинить підвищення рівня моря. Це може призвести до затоплення прибережних районів і вимушених переселень. В цілому, підвищення глобальної температури є серйозною проблемою, яка має значний вплив на навколишнє середовище та людство.

Виклад основного матеріалу. Глобальне потепління – це підвищення середньої температури на поверхні Землі, спричинене збільшенням концентрації парникових газів в атмосфері. Парникові гази, такі як вуглекислий газ, водяна пара, метан і хлорфторвуглеці утримують тепло в атмосфері, що робить Землю придатною для життя. Однак надмірне збільшення кількості парникових газів в атмосфері призвело до глобального потепління, яке є серйозною проблемою для навколишнього середовища та людства. Сонячне випромінювання складається з трьох основних діапазонів довжин хвиль: ультрафіолетового, видимого та інфрачервоного. Кожен діапазон містить певну кількість сонячної енергії. Інфрачервоний діапазон містить майже половину всієї сонячної енергії в спектрі. Більшість інфрачервоних хвиль мають велику довжину хвилі, що пов'язано з високою температурою поверхні Сонця. Рослини відіграють життєво важливу роль у виживанні всіх живих організмів. Вони використовуються для виробництва їжі, корму для тварин та для озеленення міст і територій. Для кожної з цих цілей існують оптимальні види рослин. Зростання населення створює значний тиск на сільськогосподарські угіддя. Цей тиск є результатом зростаючого попиту на зернові культури та фураж для виробництва продовольства. Неконтрольована розбудова ферм може порушити баланс екосистем [1].

Рослини відіграють важливу роль у боротьбі з опустелюванням, оскільки вони допомагають мінімізувати його негативні наслідки. У посушливих середовищах, таких як ОАЕ, рослини мають широкий спектр застосувань, включаючи озеленення та виробництво кормів. Обидва ці процеси сприяють поглинанню вуглецю в ґрунті, що є ключовим для боротьби з опустелюванням. Корми – це волокнисті рослинні матеріали, які збирають або використовують для годування сільськогосподарських тварин. Існує багато видів рослин, які потенційно можуть бути класифіковані як кормові, але найбільш доступними є трави, такі як бобові, такі як люцерна [2].

Вуглець відіграє важливу роль у сільському господарстві, але його надлишок може мати негативний вплив на ріст мікробів, кислотність ґрунту та доступність поживних речовин. Конкретна кількість поглинання вуглецю залежить від кількох факторів, включаючи клімат, ґрунтові умови, методи їх обробітку та кількість та якість рослин і мікробів [3].

Рослини постійно стикаються з різноманітними екологічними стресами, що створює обмеження для росту та, отже, ефективності сільського господарства. Екологічні стреси, з якими стикаються рослини, можна класифікувати як абіотичний стрес і біотичний стрес. Неприятливі екологічні

фактори, які не пов'язані з живими організмами, називаються абіотичними стресами. До них відносяться посуха, повінь, засолення, екстремальні температури, радіація та важкі метали. Абіотичний стрес є основним фактором, який спричиняє втрату основних сільськогосподарських культур у всьому світі. Ця ситуація буде ще більш важкою через дедалі більше опустелювання, засолення ґрунту і води та забруднення навколишнього середовища. Біотичний стрес – це негативний вплив живих організмів на рослини. До біотичних стресів відносяться атаки грибів, бактерій, нематод, ооміцетів і трав'яних тварин. Інфекції, викликані цими патогенами, спричиняють значну втрату врожаю в усьому світі. Різні види рослин по-різному реагують на підвищення концентрації вуглекислого газу (CO₂). Хоча більшість досліджень проводилися на окремих видах, а не на взаємодії між видами, такі види, як дерева та кущі, ймовірно, матимуть більшу реакцію на підвищення CO₂, ніж види в пасовищних екосистемах. Одним з основних механізмів, за допомогою яких рослини реагують на підвищення вуглекислого газу, є збільшення площі листя. Це було вперше помічено на пшениці, а потім було виявлено у великій кількості інших рослин. Однак, ці фізіологічні реакції на підвищений вуглекислий газ можуть залежати від виду рослини, якості ґрунту, наявності поживних речовин і води. Збільшення концентрації вуглекислого газу в атмосфері може призвести до підвищення продуктивності рослин. Це пов'язано з тим, що рослини можуть використовувати більше вуглекислого газу для фотосинтезу, що призводить до виробництва більшої кількості органічних речовин [4].

Рослини постійно адаптуються до змін навколишнього середовища, змінюючи свою фізіологію та морфологію. Що стосується вуглекислого газу в ґрунті, то було виявлено, що його концентрація негативно корелює з деякими фізіологічними параметрами рослин, такими як швидкість фотосинтезу, провідність продихів і швидкість транспірації. Встановлено, що висота рослини та довжина кореня зменшуються на 13,7% та 20,2% через високі концентрації CO₂ у ґрунті. На рослини також впливає висока концентрація CO₂ у ґрунті під час їхньої фази проростання, оскільки було виявлено, що рослини більш чутливі до анаеробних умов під час раннього росту [5].

Стрес може негативно вплинути на розвиток рослин на різних етапах їхнього життя. На початковому етапі розвитку насіння стрес може призвести до двох основних наслідків:

- посилення росту насіння: воно намагається компенсувати стрес, збільшуючи швидкість росту. Це може призвести до зменшення розміру насіння, оскільки воно не може нормально розвиватися;

- зменшення розміру насіння: стрес може призвести до зменшення кількості поживних речовин, які надходять у насіння. Це може призвести до зменшення розміру насіння, оскільки воно не може нормально розвиватися.

На етапі вегетації стрес може призвести до наступних наслідків:

- зниження росту: стрес може призвести до зменшення кількості хлорофілу, що є необхідним для фотосинтезу – це може призвести до зниження росту рослин;

- зменшення продуктивності: стрес може призвести до зменшення кількості плодів або зерна, які виробляють рослини.

Зміна клімату може призвести до зміни погодних умов і порушити екологічну обстановку. Це може негативно вплинути на рослини, оскільки вони залежать від певних умов навколишнього середовища для свого росту і розвитку. Одним із основних факторів, який впливає на рослини, є наявність води. Рослинам потрібна вода для проростання і росту. Якщо води недостатньо, рослини можуть загинути. Іншим важливим фактором є солоність. Рослини, які ростуть у солоних середовищах, мають адаптуватися до високих концентрацій солі. Якщо рослини не адаптовані до солоності, вони можуть загинути. Зміна клімату може призвести до збільшення солоності ґрунту. Це може негативно вплинути на рослини, які не адаптовані до солоності.

Висновки. Збільшення концентрації вуглекислого газу (CO₂) в атмосфері призводить до глобального потепління, яке може мати як позитивні, так і негативні наслідки для рослин. З одного боку, підвищений рівень CO₂ сприяє фотосинтезу, що може призвести до збільшення росту рослин. З іншого боку, підвищена температура може негативно вплинути на ріст рослин, особливо на ранніх етапах розвитку. Вплив зміни клімату на рослини залежить від виду рослини, її адаптації до зміни умов навколишнього середовища та тривалості впливу зміни клімату. У деяких випадках комбінований вплив підвищеної температури та CO₂ може компенсувати негативний вплив високої температури на проростання насіння та розвиток рослин.

Рекомендації. Загальними підходами до вирішення проблем антропогенної зміни клімату є пом'якшення її наслідків, тобто запобігання надмірним викидам парникових газів, сприяння їх поглинанню, а також адаптація до зміни клімату. Особливість сучасних антропогенних процесів у їх значній швидкості, що не є природною для екосистеми і не дозволяє їй встигнути адаптуватися. Це вимагає посилення роботи щодо адаптації, розвитку відповідної власної інфраструктури, що має забезпечуватися постійним фінансуванням, у тому числі через створення екологічного фонду за кошти екологічного податку з їх подальшим використанням виключно на природоохоронні цілі.

Список використаних джерел

1. Вуглекислий газ та зміни клімату *LibreText* URL: <https://ukrayinska.libretexts.org> (дата звернення 15.09.2023)
2. Capstaff N, Miller A. Improving the Yield and Nutritional Quality of Forage Crops. *Frontiers in Plant Science*. № 9. 2018. P. 56-65.
3. Kumar R, Pandey S, Pandey A Plant roots and carbon sequestration. *Current Science*. № 91 (7). 2016. P. 885-890

4. Gimeno T, Crous K, Cooke J, O'Grady A, Ósvaldsson A, Medlyn B, Ellsworth D. Conserved stomatal behaviour under elevated CO₂ and varying water availability in a mature woodland. *Functional Ecology* № 30 (5). 2016. P. 700-709.

5. Al-Traboulsi M, Sjögersten S, Colls J, Steven M, Black C. Potential impact of CO₂ leakage from Carbon Capture and Storage (CCS) systems on growth and yield in maize. *Plant and Soil*. Vol. 365 (1). P. 267-281.

Володимир ІЩУК⁶,
студент 2-го року навчання,
факультету екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

БАКТЕРІЇ ПЕРШІ ЖИВІ ОРГАНІЗМИ НА ЗЕМЛІ, ЗНАЧЕННЯ ЇХ У ПРИРОДІ І ЖИТТІ ЛЮДИНИ

Анотація. Стаття описує, що бактерії відносяться до мікроорганізмів, які належать до домену бактерій. Бактерії разом з археями колись були об'єднані в Королівство Monera, але зараз обидві класифікації вважаються окремими доменами через відмінності як у генетичних, так і в анатомічних характеристиках. В даний час для групування живих істот використовуються три різні домени: бактерії, археї та еукарії. Археї містять одноклітинні організми, відомі як екстремофіли, які живуть у середовищах з екстремальними температурами, високою солоністю або в певних речовинах, де більшість інших типів організмів не змогли б вижити. Еукарія складається з одноклітинних і багатоклітинних організмів, у клітинах яких є справжні ядра. До цих організмів належать протисти, гриби, рослини та тварини.

Annotation. The article describes that bacteria refer to microorganisms that belong to the domain of bacteria. Bacteria, together with archaea, were once grouped into the Kingdom Monera, but today two classifications are considered separate domains due to differences in both genetic and anatomical characteristics. Currently, three different domains are used to group living things: Bacteria, Archaea, and Eukarya. Archaea contain single-celled organisms known as extremophiles that live in environments with extreme temperatures, high salinity, or certain substances where most other types of organisms would not be able to survive. Eukarya consists of unicellular and multicellular organisms, the cells of which have true nuclei. These organisms include protists, fungi, plants and animals.

Вступ. Бактерії складають велику групу прокаріотичних мікроорганізмів. Бактерії були одними з перших форм життя, які з'явилися на Землі, і присутні в

⁶Наук.керівник: асистент кафедри екології та ОНС ВНАУ Надія Вітер.

більшості середовищ існування на планеті. Бактерії ростуть у ґрунті, кислих гарячих джерелах, радіоактивних відходах, воді та глибоко в земній корі. Крім того, вони ростуть в органічних речовинах і живих тілах рослин і тварин, надаючи видатні приклади мутуалізму в травних трактах людей, термітів і тарганів.

Хоча бактеріальні клітини набагато менші та простіші за структурою, ніж еукаріотичні клітини, бактерії являють собою надзвичайно різноманітну групу організмів, які відрізняються за розміром, формою, середовищем існування та метаболізмом. Значна частина знань про бактерії отримана завдяки дослідженням хвороботворних бактерій, які легше виділяються в чистій культурі та легше досліджуються, ніж багато вільноживучих видів бактерій.

Слід зазначити, що багато вільноживучих бактерій суттєво відрізняються від бактерій, які пристосовані жити як тваринні паразити або симбіонти. Таким чином, не існує абсолютних правил щодо бактеріального складу або структури, і є багато винятків із будь-якого загального твердження.

Метою даної статті є вивчення бактерій, як прокаріотичних (доядерних) організмів Царства Броб'янки.

Виклад основного матеріалу. Бактерії всюдисущі, живуть у всіх можливих середовищах існування на планеті, включаючи ґрунт, під водою, глибоко в земній корі та навіть у таких екстремальних середовищах, як кислі гарячі джерела та радіоактивні відходи. На Землі існує приблизно 2×10^{30} бактерій, утворюють біомасу, яку перевищують лише рослини. Їх багато в озерах і океанах, в арктичних льодах і геотермальних джерелах, де вони забезпечують поживні речовини, необхідні для підтримки життя, перетворюючи розчинені сполуки, такі як сірководень і метан, в енергію. Вони живуть на рослинах і в тваринах. Більшість з них не викликають хвороб, корисні для навколишнього середовища та необхідні для життя. Ґрунт є багатим джерелом бактерій, і кілька грамів містять близько тисячі мільйонів бактерій. Усі вони необхідні для екології ґрунту, розщеплення токсичних відходів і переробки поживних речовин.

Вони навіть знаходяться в атмосфері, а один кубічний метр повітря містить близько ста мільйонів бактеріальних клітин. В океанах і морях живе приблизно 3×10^{26} бактерій, які забезпечують до 50% кисню, яким дихає людина. Повністю вивчено лише близько 2% видів бактерій [1].

Бактерії відрізняються великою різноманітністю форм і розмірів. Бактеріальні клітини становлять приблизно одну десяту розміру еукаріотичних клітин і зазвичай мають 0,5–5,0 мікрометрів у довжину. Однак деякі види можна побачити неозброєним оком – наприклад, *Thiomargarita namibiensis* досягає півміліметра в довжину, *Euplorescium fishelsoni* досягає 0,7 мм, а *Thiomargarita magnifica* може досягати навіть 2 см в довжину, тобто у 50 разів більше, ніж інші відомі бактерії. Серед найменших бактерій є члени роду *Mycoplasma*, які мають розміри лише 0,3 мікрометра, такі ж малі, як найбільші віруси. Деякі бактерії можуть бути навіть меншими, але ці ультрамікробактерії недостатньо вивчені.

Багато бактерій рухливі (здатні самостійно рухатися) і роблять це за допомогою різних механізмів. Найкраще вивчені з них джгутики, довгі нитки, які повертаються за допомогою двигуна біля основи, створюючи рух, подібний до пропелера. Бактеріальний джгутик складається приблизно з 20 білків, і ще приблизно 30 білків необхідні для його регуляції та складання. Джгутик – це обертова структура, що приводиться в рух реверсивним двигуном у основі, який використовує електрохімічний градієнт через мембрану для живлення.

Більшість видів бактерій або сферичні, називаються коками (однина coccus, від грец. κόκκος, зерно, насіння), або паличкоподібні, називаються бацилами (однина bacillus, від лат. baculus, паличка). Деякі бактерії, звані вібріонами, мають форму злегка вигнутих паличок або форму коми; інші можуть бути спіралевидними, які називаються спірилами, або щільно згорнутими, які називаються спірохетами. Було описано невелику кількість інших незвичайних форм, таких як бактерії у формі зірки. Це широке розмаїття форм визначається бактеріями клітинна стінка та цитоскелет і важливий, оскільки він може впливати на здатність бактерій отримувати поживні речовини, прикріплюватися до поверхонь, плавати крізь рідини та рятуватися від хижаків.

Більшість видів бактерій існують як окремі клітини; інші асоціюються за характерними моделями: *Neisseria* утворює диплоїди (пари), стрептококи утворюють ланцюжки, а стафілококи об'єднуються в скупчення «виноградного грона». Бактерії також можуть групуватися, утворюючи більші багатоклітинні структури, такі як подовжені нитки видів *Actinomycetota*, агрегати видів *Mucobacteria* та складні гіфи видів *Streptomyces*. Ці багатоклітинні структури часто можна побачити лише за певних умов. Наприклад, при нестачі амінокислот міксобактерії виявляють навколишні клітини в процесі, відомому як quorum sensing, мігрують назустріч один одному та об'єднуються, утворюючи плодові тіла довжиною до 500 мікрометрів, що містять приблизно 100 000 бактеріальних клітин. У цих плодкових тілах бактерії виконують окремі завдання; наприклад, приблизно кожна десята клітина мігрує до верхівки плодового тіла і диференціюється в спеціалізований стан спокою, який називається міксоспорою, яка є більш стійкою до висихання та інших несприятливих умов навколишнього середовища [2].

Бактерії часто прикріплюються до поверхонь і утворюють щільні скупчення, які називаються біоплівками, і більші утворення, відомі як мікробні килимки. Ці біоплівки та килимки можуть мати товщину від кількох мікрометрів до півметра завглибшки та можуть містити численні види бактерій, протистів та архей. Бактерії, що живуть у біоплівках, демонструють складне розташування клітин і позаклітинних компонентів, утворюючи вторинні структури, такі як мікроколонії, через які існують мережі каналів для кращої дифузії поживних речовин. У природних середовищах, таких як ґрунт або поверхня рослин, більшість бактерій прив'язані до поверхонь у біоплівках. Біоплівки також важливі в медицині, оскільки ці структури часто присутні під час хронічних бактеріальних інфекцій або в інфекціях імплантованих медичних

пристроїв, а бактерії, захищені біоплівками, набагато важче вбити, ніж окремі ізольовані бактерії.

Бактеріальна клітина оточена клітинною мембраною, яка складається переважно з фосфоліпідів. Ця мембрана охоплює вміст клітини і діє як бар'єр для утримання поживних речовин, білків та інших важливих компонентів цитоплазми всередині клітини. На відміну від еукаріотичних клітин, бактерії зазвичай не мають великих мембранних структур у своїй цитоплазмі, таких як ядро, мітохондрії, хлоропласти та інші органели, присутні в еукаріотичних клітинах. Проте деякі бактерії мають у цитоплазмі пов'язані з білком органели, які розділяють аспекти бактеріального метаболізму, такі як карбоксисоми. Крім того, бактерії мають багатокомпонентний цитоскелет для контролю локалізації білків і нуклеїнових кислот у клітині, а також для управління процесом клітинного поділу [3].

Багато важливих біохімічних реакцій, таких як вироблення енергії, відбуваються через градієнти концентрації через мембрани, створюючи різницю потенціалів, аналогічну батареї. Загальна відсутність внутрішніх мембран у бактерій означає, що ці реакції, такі як транспорт електронів, відбуваються через клітинну мембрану між цитоплазмою та зовнішньою частиною клітини або периплазмою. Однак у багатьох фотосинтезуючих бактерій плазматична мембрана сильно складчаста і заповнює більшу частину клітини шарами світлозбираючої мембрани. Ці світлозбиральні комплекси можуть навіть утворювати закриті ліпідами структури, які називаються хлоросомами, зелені сірчані бактерії.

Бактерії не мають ядра, пов'язаного з мембраною, і їхній генетичний матеріал зазвичай являє собою одну кільцеву бактеріальну хромосому ДНК, розташовану в цитоплазмі в тілі неправильної форми, яке називається нуклеоїдом. Нуклеоїд містить хромосому з пов'язаними з нею білками та РНК. Як і всі інші організми, бактерії містять рибосоми для синтезу білків, але структура бактеріальних рибосом відрізняється від структури еукаріотів і архей.

Деякі бактерії виробляють внутрішньоклітинні гранули для зберігання поживних речовин, такі як глікоген, поліфосфат, сірка або полігідроксіалканоати. Такі бактерії, як фотосинтезуючі ціанобактерії, виробляють внутрішні газові вакуолі, які вони використовують для регулювання своєї плавучості, дозволяючи їм рухатися вгору або вниз у шарах води з різною інтенсивністю світла та рівнем поживних речовин [4].

Варто зазначити, що бактеріальна хромосома також може бути передана під час кон'югації, хоча це відбувається рідше, ніж перенесення плазміди. Кон'югація дозволяє успадковувати великі частини генів і може відповідати за існування бактерій з ознаками кількох різних видів. Як відомо, кон'югацію також спостерігали в грампозитивних бактеріях роду *Enterococcus*, але механізм розпізнавання клітинами та перенесення ДНК відрізняється від механізму, який відбувається у грамнегативних бактерій.

Висновок. Отже, багато прокариотів здатні перетворювати будь-яке джерело вуглецю в біосинтетичні будівельні блоки – наприклад, амінокислоти, пурини, піримідини, ліпіди, цукри та кофактори ферментів. Кількість і активність кожного ферменту в цих біосинтетичних шляхах ретельно регулюються, щоб клітина виробляла лише стільки будь-якої сполуки, скільки потрібно в будь-який час.

У процесі еволюції деякі бактерії втратили гени, які кодують певні реакції біосинтезу, і, отже, ймовірно, потребуватимуть харчові добавки. Наприклад, мікоплазма, вміст ДНК якої становить приблизно одну чверть ДНК *E. coli*, потребує багато харчових продуктів і навіть втратила здатність утворювати клітинну стінку.

Список використаних джерел

1. Загальна мікробіологія і вірусологія : навч. посібник / Л. С. Ястремська, І. М. Малиновська. – К.: НАУ, 2017. – 232с.

2. Загальні ознаки бактерій. URL: [https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Microbiology/Microbiology_\(Boundless\)/08%3A_Microbial_Evolution_Phylogeny_and_Diversity/8.06%3A_Bacterial_Diversity/8.6A%3A_Common_Bacterial_Traits](https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Microbiology/Microbiology_(Boundless)/08%3A_Microbial_Evolution_Phylogeny_and_Diversity/8.06%3A_Bacterial_Diversity/8.6A%3A_Common_Bacterial_Traits)

3. Морфологія бактерій, вірусів і найпростіших : метод. вказівки з дисципліни «Мікробіологія, вірусологія та імунологія» для студентів II і III курсів мед. та стомат. фак-тів з англ. мовою викладання / упоряд. Н. І. Коваленко. – Харків : ХНМУ, 2017. – 76 с.

4. Систематика мікроорганізмів в екології : навчальний посібник / Є. Ю. Черниш, О. М. Яхненко. – Суми : Сумський державний університет, 2019. – 63 с.

Adriana KALINUSHKA⁷,

2nd year student,
Faculty of Agronomy, Horticulture and Plant Protection,
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine

THE MAIN ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF MANKIND AND POSSIBLE SOLUTIONS

Annotation. *The global environmental problems of mankind are analyzed in the article The analysis of major factors and consequences of an adverse effect of human activity on the environment is carried out. Some possible measures which could reduce the consequences of adverse anthropogenic effect of person on the environment are offered.*

⁷Науковий керівник: Малик В. М. викладач кафедри Української та іноземних мов.

***Анотація.** У статті аналізуються глобальні екологічні проблеми людства. Проведено аналіз основних факторів та наслідків шкідливого впливу діяльності людини на навколишнє середовище. Запропоновано деякі можливі заходи, які можуть зменшити наслідки несприятливого антропогенного впливу людини на довкілля.*

Outline of the main content.The major environmental problems that face our planet

Introduction. Environment is the foundation and support of human existence and survival and the guarantee of sustainable human development; environmental protection has undoubtedly become a common understanding and development strategy of all countries of the world. Now humankind is striving into the historical process of postindustrial society and is trying to reach rebalance with environment in later stage of development. All countries need to perform respective duties and obligations in environment governance, in joint efforts to plan economic development, social progresses and environment protection to realize mutual wins and sustainable development of the world and to create an Earth homeland for harmonious co-existence of humankind and environment.

did not appear overnight. They are the result of several forces working together: our technological innovation, our consumptive habits, and our pursuit of wealth, along with the exponential rise in the human population over the last 200 years. These forces

have transformed the face of Earth to create economic opportunities and increase the standard of living for many people throughout the world. As time has passed, however, scientists have discovered that if population growth and the ravenous consumption of the planet's natural resources continue unabated, they would pose serious threats to the survival of our species, as well as to the survival of millions of others [5].

In this age of modern rapidly changing social, economic, scientific, and technical conditions, human society is facing the global environmental problems which have destructive impact on nature, and on the planet population in general. A V Baycherkesov points out in his researches that the ecological problem is a change of the environment, as a result of anthropogenic influences or natural disasters, disturbing the structure and functioning of the nature. Environmental problems arose, as a result of the irrational relation of man to nature, rapid growth of industrial technologies, industrialization and the population growth. Both authors draw attention to the fact that the problems of mankind are caused by the contradictions of social development of the countries and regions of our globe, as well as the existing system of human interaction with the nature. These interactions of man with nature, carry, as a rule, a global problem of mankind. As practice shows, from an environmental point of view, the beginning of the twenty first century is marked by the following trends that characterize our natural environment: climate change, pollution of drinking water, the destruction of the ozone layer, etc. And this is only a small part of what we can see from the negligent interaction of man with the natural environment. All this leads to one of the main causes of the environmental crisis

looming over mankind, the essence of which is the rapid scientific and technological progress and a sharp acceleration of population growth rates first in Europe in the XVIII–XIX centuries, and then in Asia, Africa and Latin America in the XX century. Two points of view could be noted in the literature concerning the concept of the ecological crisis. In the first case, scientists talk about the environmental crisis as a severe transitional state of ecological systems and the environment as a whole. The ecological crisis in this case implies significant structural changes in the environment. In the second case, the ecological crisis is understood as a natural result of the unresolved contradiction between the consumer attitude of society to the environment established in the history of civilization and the ability of the biosphere to support the system of natural biological processes of self-recovery. These statements signal a large-scale problem of a global nature [5].

In this situation, it becomes obvious that with the growth of the population human needs grew, including the need for production. In this regard, the world industrial production developed even more rapidly. A B Weber points out that only during the XX century its volume has increased by 50 times. At the same time, the volume of world consumption in the XX century increased by 16 times, and only in the second half of the century – by 6 times. The growth of population, production and consumption eventually led to an increase of the industrial and household waste mass. Thus, man himself has created the unfavourable ecological situation, which is now observed all over the globe on all continents and in all regions of the Earth [4].

The current global environmental crisis arose naturally as an unintended result of human economic activity and its increasing adverse impact on the natural environment. Currently, we are witnessing the consequences of the achievements of scientific and technological progress of modern society, which carries a destructive force in relation to nature. The consumer attitude of man to nature has put it on the brink of survival. The current generally accepted norms of production and consumption of natural resources lead to an ecological imbalance and, eventually, their devastation. According to the report of the UN Commission on environmental problems (UNEP), the forecast of human development until 2032 is disappointing and presents a lot of negative facts that act pathogenically on people. Thus, as a result of the interaction of the man and the nature on the planet, irreversible changes will occur: more than 70% of the earth's surface will be deformed, more than 1/4 of all species of flora and fauna will be irretrievably lost, safe air, clean drinking water, undisturbed landscapes will become an irreplaceable deficit, the ability of nature to recover from anthropogenic impact will decrease [4].

The current environmental situation shows that human activity, as a rule, is carried out in nature without taking into account environmental conditions and the laws of nature existence. This activity is merely the outward manifestation of a person's relationship to the environment, i.e. the manifestation of his ecological culture. The beginning of the third Millennium is marked by a low level of environmental culture of society, which is manifested in the immoral, consumer attitude of man to natural resources, their irrational use. People are used to fully using all natural potential and resources to achieve their goals, without understanding how

harmful becomes such an interaction to the environment. However, this approach only exacerbates the environmental situation, as a result, measures are required to preserve nature and environmental safety. The existence of mankind depends on these measures [5].

Environmental issues - are disruptions in the usual function of ecosystems. Further, these issues can be caused by humans or they can be natural. These issues are considered serious when the ecosystem cannot recover in the present situation, and catastrophic if the ecosystem is projected to certainly collapse. Environmental protection is the practice of protecting the natural environment on the individual, organizational or governmental levels, for the benefit of both the environment and humans. Environmentalism is a social and environmental movement that addresses environmental issues through advocacy, legislation education, and activism [1].

Environment destruction caused by humans is a global, ongoing problem. Water pollution also cause problems to marine life. Most scholars think that the project peak global world population of between 9-10 billion people, could live sustainably within the earth's ecosystems if human society worked to live sustainably within planetary boundaries. The bulk of environmental impacts are caused by the most wealthy populations in the globe consuming too much industrial goods. The UN Environmental Program, in its «Making Peace With Nature» Report in 2021, found addressing key planetary crises, like pollution, climate change and biodiversity loss, was achievable if parties work to address the Sustainable Development Goals [1].

Environmental degradation is the deterioration of the environment through depletion of resources such as quality of air, water and soil; the destruction of ecosystems; habitat destruction; the extinction of wildlife; and pollution. It is defined as any change or disturbance to the environment perceived to be deleterious or undesirable. Environmental concerns can be defined as the negative effects of any human activity on the environment. The biological as well as the physical features of the environment are included. Some of the primary environmental challenges that are causing great worry are air pollution, water pollution, natural environment pollution, rubbish pollution, and so on [1].

Environmental degradation is one of the ten threats officially cautioned by the High-level Panel on Threats, Challenges and Change of the United Nations. The United Nations International Strategy for Disaster Reduction defines environmental degradation as «the reduction of the capacity of the environment to meet social and ecological objectives, and needs». Environmental degradation comes in many types. When natural habitats are destroyed or natural resources are depleted, the environment is degraded. Efforts to counteract this problem include environmental protection and environmental resources management. Mismanagement that leads to degradation can also lead to environmental conflict where communities organize in opposition to the forces that mismanaged the environment [1].

As a result, the solution of environmental problems in the modern world seems to be one of the most important and urgent problems for human life. An analysis of the literature on the research problem has shown that it is generally accepted to divide environmental problems into local, regional and global. For example, local problems

include: air, water, soil pollution, etc. These changes relate mainly to specific violations in the ecosystem. Regional environmental problems are common to a particular region or continent. Global environmental problems have a more serious scale, entail climate change, water imbalance, and lead to the degradation of the biosphere. The importance of environmental problems is explained now by the frequency of their occurrence and the localization volume. For example, in previous decades the state of the environment was local or regional in nature and was associated with the depletion of certain natural resources. It was overcome primarily by technological and technical means [2].

Now the environmental situation is more pronounced and even global. It manifests itself in all natural spheres, and thus threatens the life of mankind and in the future may lead to a series of disasters, both natural and man-made. Today, the main environmental problems include global warming and the greenhouse effect, the reduction of the ozone layer, pollution of the atmosphere and the oceans, and, as a result of all this, the gradual reduction and progressive death of representatives of the animal and plant world. All the above mentioned problems are interrelated, since the violation of at least one component implies and leads to an imbalance of another component or the entire ecosystem as a whole. Environmentalists have found that the increase in temperature on the Earth had happened because of the greenhouse effect caused by an anthropogenic increase in the concentration of carbon dioxide, water vapour, methane and some other gases in the atmosphere. An increase in temperature occurs due to the fact that the atmosphere detains thermal radiation coming from the Earth's surface (an additional amount of energy), instead of being scattered into outer space. For example, the average global temperature increased by 2° C by 2005, compared with the pre-industrial time, and as environmentalists predict, by 2030 it can increase by 4.5 ° C [2].

According to the world health organization, more than 1 billion people are now forced to live in settlements where air purity does not meet the requirements of maximum permissible concentrations. While rich and developing countries take legislative measures and fight sources of pollution, the poor States are unable to do so. This fact generally affects the quality of the environment around the world. Thus, the regions of South and South-East Asia pose a serious environmental threat due to their modernization; China and India - due to the use of coal as the main energy source, the production of which in these countries is constantly increasing. In addition, wastes create an important problem of air pollution. The United States and Japan produce most of the wastes in the world. Ecologists say, that particularly harmful wastes are those from metal processing and chemical industry, processing of mineral raw materials. These types of wastes affect the quality of the environment, lead to chronic and oncological diseases. Improvement of the environmental situation can occur due to waste management [3].

Thus, in most countries of Western Europe, Canada and the United States, waste is stored in specially designated areas or processed at special plants. However, the absence or lack of equipment does not fully allow the disposal of existing waste. Pollution of the Oceans is primarily associated with the work of maritime transport

(oil spills) and oil production on the shelf. We have disappointing figures, according to which every year about a million tons of oil flows into the sea from drilling rigs, oil pipeline gusts, from industrial enterprises. If we consider that one ton of spilled oil forms a thin film covering the water surface area of 12 sq. km., it is obvious that oil and oil products pollute the vast areas of the Oceans, and this, in turn, complicates the gas exchange between water and atmosphere. It is dangerous primarily because the Oceans produce more than half of the earth's oxygen. In addition to oil and petroleum products, harmful chemicals transported by sea pose a great danger to the marine environment [1].

These substances, if released into the waters of the Oceans, pose a serious pollution threat in the event of the decomposition and oxidation of chemicals. In addition, pairs of chemicals can be extremely hazardous to the health of ship crews, fishermen and those involved in the loading and handling of such substances, as well as to the coastal population. The ingress of such substances into the water leads to the water pollution, the death of flora and fauna of the ocean world. Pesticides used to protect plants are accumulated in fish that live in the seas and oceans of our globe. That what we breathe, what we eat. Environmentalists are sounding the alarm. The reason for this is the lack of treatment facilities at many industrial enterprises, the unsatisfactory condition of the city sewer network, etc. It is necessary now to reconstruct treatment facilities at the enterprises and improve the laws on natural resources and environmental protection [3].

All the above mentioned problems entail a gradual reduction and death of the world flora and fauna. As a result of the current environmental situation, we annually observe the deterioration of the natural environment and the disappearance of many species of animals and plants. The problem is that people understand that biological diversity is important for the development of new medical means, the development of industry, etc., but in the real situation they cannot ensure the safety of flora and fauna of the Earth [3].

Thus, at present, we can observe the reduction of biological diversity in the countries of South and South-East Asia, Africa, where the rates of reduction and death of flora and fauna are superior to other parts of the world, which is primarily due to desertification and deforestation of the territories of these regions. Currently, special programmes to combat desertification (UNEP) are being implemented with the participation of the world Bank and the American Agency for international development [3].

As a result of the analysis of the literature and the available practice described in this article, we have come to the conclusion that environmental problems pose a threat to global security and are being considered on the global level. It is impossible to solve them at one country level, because all the problems occurring in the environment are interdependent. The natural complex of each country is inextricably linked with the natural complexes of neighbouring countries, and in some cases, is even an integral part of them. In this regard, all countries need to join efforts to solve global environmental problems [3].

How to reduce human-caused environmental changes:

1. Overexploitation of resources. Let's take it back to the basics and reduce, reuse, and recycle. Recycling is the most familiar of the three solutions, but we should turn our focus to the other two to achieve the greatest positive impact. Learn how to reuse everyday items. DIY culture has promoted the ability to repurpose almost anything. Utilize the internet to find out what you can do. Reducing is effective economically and environmentally. One way we can reduce is by being extra cautious about the overexploitation of water. Don't keep your water running and cut down on lawn sprinkler systems[4].

2. Habitat destruction. We are part of the ecosystem that we live in, so we must support it. The humans vs. nature predicament has never been a productive one and leads to a destructive mindset. Changing this mindset can lead you to be more mindful and respectful of hiking trails, your camping footprint, and nature in general. We are meant to enjoy the beauty of nature, but we should not feel entitled to abuse it [4].

3. Invasive species. Invasive species prove their destructive nature by causing extinctions, competing with other species, and reducing diversity in the ecosystems they invade, but they also cost the US economy approximately 120 billion dollars per year. Three easy combative measures we can take against invasive species include, never releasing pets into the environment, cleaning boats after removing them from the water, and planting native species in your yard [4].

4. Pollution. Whether it is trash, chemicals, or light, the whole Earth suffers from pollution, and, luckily, we can alleviate the problem through simple efforts.

Some solutions include:

- Avoiding excess use of pesticides and fertilizer. Following instructions helps to avoid infecting ground water and causing pollution.
- Picking up litter so it isn't ingested by animals or infecting waterways.
- Minimizing the use of outside lights.
- Learning to enjoy nature quietly.

5. Climate change. Broad scale problems like climate change aren't easily solved, but simple efforts make a difference. Consider your modes of transportation, electricity use, and the benefits of buying locally. Making choices that consider the climate change problem are healthy for the planet and you. We need to abandon the feeling of hopelessness we may feel in regards to environmental problems. We must work together to have the power to make change, otherwise nothing will get better [4].

Conclusions. So, at the moment we can observe the actions of various specialized environmental organizations in the UN structure, operating in the environment protection. However, the environmental situation on Earth is causing a serious concern. It means that the measures taken are not enough[4].

References

1. Nutritional Problems in Modern Society. *Journal of Nutrition Education*. 1981. Vol.13, no.4. P.165. URL:[https://doi.org/10.1016/s0022-3182\(81\)80219-1](https://doi.org/10.1016/s0022-3182(81)80219-1)(date of access: 06.03.2023);

2. Pahl R. E., Worsley P. Problems of Modern Society. *The British Journal of Sociology*. 1974. Vol. 25, no. 1. P. 132. URL: <https://doi.org/10.2307/589991> (date of access: 05.03.2023);

3. Sazonov E. V., Ledenev V. I., Ledeneva G. L. Environmental Problems of Modern Town-Planning. *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet imeni V.I. Vernadskogo*. 2016. No. 4(62). P. 053–060. URL: <https://doi.org/10.17277/voprosy.2016.04.pp.053-060> (date of access: 05.03.2023);

4. The main environmental problems of mankind and possible solutions/ E. S. Shcheblyakov et al. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. Vol. 315. P. 022083. URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/315/2/022083> (date of access: 06.03.2023);

5. Worsley P. Problems of Modern Society. Penguin Books, 1972.

Лада КАПШИЦЬКА⁸,
студентка 2-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

САМШИТОВА ВОГНІВКА (*Cydalima perspectalis*) – НЕБЕЗПЕЧНИЙ ШКІДНИК РІЗНИХ ВИДІВ САМШИТУ

Анотація. У статті проведений аналіз літературних джерел, щодо дослідження розвитку небезпечного фітофагу самшиту – самшитової вогнівки (*Cydalima perspectalis*). За результатами досліджень встановлено, що з кожним роком популяція цього шкідника зростає, що обумовлено змінами кліматичних умов, не своєчасним вживанням профілактичних заходів, а також відсутністю природних ворогів. Тому самшитова вогнівка несе загрозу для пагонів та кущів самшиту, що зменшить кількість культурних декоративних насаджень.

Annotation. The article analyzes the literature on the study of the development of a dangerous boxwood phytophage – *Cydalima perspectalis* (*Cydalima perspectalis*). According to the results of the research, it was found that the population of this pest is growing every year, which is due to changes in climatic conditions, untimely preventive measures, and the lack of natural enemies. Therefore, the boxwood moth poses a threat to the shoots and bushes of boxwood, which will reduce the number of cultivated decorative plantings.

Вступ. Самшитова вогнівка – вид метеликів, родини вогнівок-трав'янок (Crambidae), новий фітофаг, батьківщиною якого є Східна Азія. Вперше в

⁸Науковий керівник: старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин Ніна Рудська.

Україні цей шкідник був зафіксований у 2019 році у Львові, У 2021 році самшитова вогнівка була зафіксована майже в усіх областях України. Відсутність природних хижаків та теплі зими сприяють широкому поширенню гусіні самшитової вогнівки.

Виклад основного матеріалу. Самшитова вогнівка (*Cydalima perspectalis*) – шкідник країн Східної Азії. Він зустрічається у Японії, Китаї, Тайвані та Індії. Вперше у Європі самшитова вогнівка була зафіксована у 2006 році з партією самшиту з Далекого Сходу. Сприятливі кліматичні умови сприяли швидкому поширенню цього фітофагу, тому у 2007 він був помічений у Швейцарії та Нідерландах, у 2008 у Великій Британії, а згодом самшитова вогнівка поширилась більше, ніж у 30 країнах Європи. Зараз цей вид фітофагу зустрічається у більшості країн Європи, і стан його поширення досить стрімкий, що є справжньою екологічною проблемою, особливо для декоративних кущів самшиту, тому що може за один вегетаційний період повністю знищити його насадження.

В Україні, вперше самшитова вогнівка була зафіксована у 2014 українським ентомологом Володимиром Крамарцем, поблизу Мукачєва на Закарпатті, куди цей фітофаг потрапив разом із партією самшиту зі Словаччини. Через деякий час, у 2019 році, пошкодження самшиту вогнівкою було зафіксовано у Львові. А вже у 2020 році шкідник масово поширився сусідніми областями України, у 2022 вогнівка зафіксована у Києві, Харкові та північних областях України. [1]

Щороку ареал фітофагу стрімко збільшується. Зараз самшитову вогнівку можна помітити на культурних насадженнях самшиту у парках, присадибних ділянках та клумбах. Швидке поширення на території України зумовлено змінами кліматичних умов. Теплі зими та відсутність снігового покриву сприяють вдалій зимівлі гусениць II–III віку в щільних коконах, у павутинні між листям. Оскільки гілки самшиту містять отруйні алкалоїди, вогнівка не має в Україні природних ворогів, що сприяє її подальшому розмноженню і поселенню по всій території країни. Шкодить на стадії личинки, імаго не завдають шкоди.

Імаго самшитової вогнівки мають величину від 4 до 5 см у розмаху крил. Крила мають характерну вузьку та подовжену форму, з округлими передніми та задніми крилами. Забарвлення крил характеризується чорними смугами на білому фоні. Смуги розташовані паралельно одна до одної, перетинаючи крила вздовж. Таке незвичне забарвлення крил дає змогу впізнати метелика самшитової вогнівки, серед інших видів [1].

Тіло метелика самшитової вогнівки може мати різний колір від білого, включаючи коричневий, сірий, до чорного. В залежності від генетичних особливостей фітофагу. На голові у метелика є дві антени, які бувають довші та коротші. Тулуб складається з голови, черевця та грудей. Тривалість життя метелика залежить від багатьох природних факторів, основні з яких: температура та доступність поживних речовин. Загалом, тривалість життя може коливатись від декількох тижнів до декількох місяців [1].

Дорослі особини *C. Perspectalis* активні у нічний період часу. Живляться квітковим нектаром, тому вночі їх можна помітити, завдяки цікавому забарвленню.

Розмноження метеликів відбувається гамогенетичним (статевим) способом, Самці та самиці виділяють феромони для приваблювання партнера. Після цього метелики здійснюють акт копуляції, після завершення цього акту самиця відкладає яйця на нижній сторони рослини, вони можуть бути розміщені групами до 100 яєць, та мати білий чи жовтуватий відтінок.

Розвиток *C. Perspectalis* відбувається дуже швидко, За сприятливих умов: тепла весна, зятяжна осінь, можуть давати 3–4 генерації за вегетаційний період. Розповсюджується такий шкідник швидко. За 2 роки ареал його може збільшуватись на до 400 км [1].

Після відкладання яєць через 2–3 дні починається стадія личинки. Гусениці відроджуються зеленуватого кольору, довжиною 1–2 мм. У найбільш розвинених стадіях вони можуть досягати у довжину 4–5 см. Личинка має гризучий тип ротового апарату, як правило, це міцні та гострі щелепи, що дозволяє фітофагу перегризати та роздрібнювати листя рослини-господаря [1].

Першим і основним джерелом живлення *C. Perspectalis* є листя, молоді гілки кущів самшиту, але за його відсутності фітофаг не гребує модриною колхидською, кленами, пірокантами, бруслинами та ясенами. Личинки перегризують листя самшиту, спочатку молоді листки, потім більш грубі та старі. Коли листків не залишається на кущі, личинка самшитової вогнівки починає виїдати кору гілки самшиту, таким чином не даючи рослині відновитись. Пошкоджуючи кору, личинка *C. Perspectalis* позбавляє кущі самшиту здатності отримувати необхідні поживні речовини та воду, що є сприятливими умовами для появи інших патогенних хвороб. Самшит, який майже повністю постраждав від такого фітофагу, має малу ймовірність вижити та відновитись. [1]

Слід зазначити, що молодші гусениці живляться здебільшого нижньою поверхнею листя, дорослі личинки *C. Perspectalis* харчуються верхньою частиною листової поверхні, переважно, скелетуючи зовнішній край листка та його жилки. Пошкоджені гілки гусінь обплітає шовковими нитками-павутинням, на яких можна помітити сліди від постійних линьок – шкурки личинок та голівок, а також екскременти фітофагів. [2]



Рис. 1 Личинка, імаго, пошкодження самшитою вогнівкою

Гусінь самшитової вогнівки завдяки інтенсивному живленню змінюється дуже швидко, таким чином вони постійно линяють. Змінюють свою оболонку на більш розвинуту. Личинки живуть невеликими групами. За 4 години 1 фітофаг живиться цілий листок самшиту середнього розміру, а його живлення триває до перших приморозків. Личинка може перезимувати у шовковому коконі до -30°C між листям кущів самшиту. [2]

Навесні гусінь продовжує своє живлення, а потім знову утворює лялечку із шовкових ниток, для метаморфозу у дорослого метелика. Лялечка покрита, з міцною оболонкою. В ній відбувається повне перетворення личинки у дорослу особину метелика самшитової вогнівки. За оптимальних умов стадія лялечки, яка триває 2–3 тижні, після цього, на світ з'являється доросла особина і повторює цикл розвитку. [1]

При виявленні даного шкідника на самшиті, варто негайно провести обробку препаратами – інсектицидами. Обробок має бути декілька, оскільки цикл розвитку у цього фітофагу є постійним. Ускладнює обробку кущів самшиту густе, рясне, щільної структури листя. Така особливість кущів не дає препаратам проникнути у середину куща, а особливо на зворот листа. тому оприскувач має бути потужним, із сильним струменем оприскувача. Для повної та якісної обробки кущів необхідно «розкривати» крону повністю, обприскувати з нижньої сторони та з верхньої. Якщо шкідник був помічений на кущі, оброблювати самшит потрібно раз в місяць, до перших приморозків оскільки в Україні повний життєвий цикл комахи триває близько місяця [3].

На самшитову вогнівку діють майже всі інсектициди. Також доведена дія біопрепаратів на личинку самшитової вогнівки на ранніх стадіях пошкодження куща, проте слід зазначити, що хімічні препарати більш ефективні, оскільки бактеріальні препарати діють не так швидко і личинка ще встигне нанести більшу шкоду рослині [3].

У 2022 році на кущах самшиту присадибної ділянки було помічено сліди личинки фітофагу самшитової вогнівки. Було проведено декілька обробок інсектицидом Актара 25 WG, в.р.к., з активною діючою речовиною у складі – тіаметоксамом, яку розвели 1,4 г на 10 з інтервалом приблизно 3 тижні, до перших приморозків. Як результат, пошкоджень стало менше, проте нові сліди від існування фітофагів на кущах самшиту були помічені.

Подальша обробка від самшитової вогнівки була проведена навесні, після появи перших нових пошкоджень на листках самшиту, що свідчило про те, що минулорічна обробка Актара 25 WG, в.р.к., не дала значних результатів, а тільки пригнітила функціонування та життєдіяльність даного фітофагу, проте не знищила його повністю.

Перед обробкою навесні, було змінено інсектицид Актара 25 WG, в.р.к. на інсектицид Чистий сад с.п. з іншою діючою речовиною – фосмалдихлорскін 40% та імадаклопрід. Порівняно, обробкою препаратом Актара 25 WG, в.р.к., Чистий сад с.п. показав себе, як більш дієвий інсектицид у боротьбі із самшитовою вогнівкою. Було проведено 3 обробки, з інтервалом у 3 тижні. Нових ушкоджень кущів самшиту помічено не було, кущі набули більш

зеленого насиченого кольору, почалось нарощування нових пагонів та зеленої маси.

Наступна профілактична обробка інсектицидом буде проводитись в кінці серпня, оскільки, якщо немає нових пошкоджень – це не є ознакою того, що даний фітофаг повністю був повністю знищений і така обробка допоможе запобігти подальшому розмноженню, та продовженню життєвого циклу самшитої вогнівки.

В подальшому, за кущами самшиту потрібний ретельний огляд раз на місяць та обробка у разі нових пошкоджень кущів самшиту. Після ураження листя личинками фітофагу, листя та пагони більше не відновлюються, уражене листя втрачає здатність до відновлення. Так, нові пагони з'являтимуться, проте пошкодження залишаються.

Також, дієві результати при боротьбі із самшитою вогнівкою показували препарати: Енжіо, Децис профі, Проклейм

Висока ефективність спостерігалась у поєднанні Емексаб (біотехнологічний інсектоакарицид) та Бацитоксин (біоінсектицид) [4, 5].

Висновок. Самшитою вогнівка – відносно новий фітофаг, який з'явився в Україні нещодавно. Слід звертати увагу на декоративні насадження самшиту, оскільки стрімке поширення комахи зумовлює часті ураження кущів. Самшитою вогнівка впливає на здоров'я та правильне функціонування кущів самшиту, роблячи їх вразливими слабшими, та вразливими для інших грибкових та інфекційних хвороб.

Основна і ключова шкода від *C. Perspectalis* виявляється на стадії личинки, оскільки гусінь швидко та постійно знищує нові пагони декоративних насаджень самшиту, що псує декоративність кущів, а головне сприяє подальшому розповсюдженню цього фітофагу. Личинки самшитої вогнівки масово живуть на листях, споживають його, що приводить до утворень дірок, смужок та павутиння на декоративних кущах.

За останні роки самшитою вогнівка стала однією із інвазійних комах, як у Європі, так і в Україні, та вимагає особливого контролю щодо заходів боротьби та контролю популяції декоративних насаджень. Для ефективного результату необхідно проводити нові наукові дослідження даного фітофагу та пошуків нових методів боротьби із ним.

Отже, самшитою вогнівка є важливим об'єктом для дослідження, у зв'язку зі своїм впливом на навколишнє середовище. Подальші вивчення цього фітофагу допоможуть краще зрозуміти його поведінку, вплив на екосистему та розробку нових методів боротьби із ним.

Список використаних джерел

1. Самшитою вогнівка. URL: <https://lab.gov.ua/pro-nas/news/samshitova-vogn-vka> (дата звернення 03.09.2023р.).

2. Гнатюк А.М., Гапоненко М.Б. Новий інвазійний шкідник (*Cidalima perspektalis* Walker.). Сучасні тенденції збереження, відновлення та збагачення фіторізноманіття ботанічних садів і дендропарків: Матеріали міжнар. наук.

конф., присвяченої 70-річчя дендрологічного парку «Олександрія» як наукової установи НАН України. Біла Церква, 2016. С. 99–101.

3. Інвазія самшитової вогнівки (*Cydalima perspectalis* Walker.) у зелених насадженнях м. Львова.
URL:<https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/handle/123456789/9906> (дата звернення 03.09.2023р.).

4. Макаренко Н.В., Гнатюк А.М., Пилипчук В.Ф., Шевченко Я.С. Застосування біологічних препаратів проти самшитової вогнівки (*Cydalima perspectalis* Walker.). *Інтродукція рослин*, 2019, № 4: 97–10

5. Самшитова вогнівка – як боротися з небезпечним шкідником.
URL:<https://imexagro.com.ua/digest/samshytova-vognivka-yak-borotys-z-nebezpechnim-shkidnykom.htm> (дата звернення 13.09.2023р.).

Олександр КВАСНЕВСЬКИЙ⁹,

Студент 6 курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового-господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОЦІНКА ВПЛИВУ РЕКРЕАЦІЙНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ЕКОСИСТЕМИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПАРКУ МІСТА ВІННИЦІ

Анотація. При проведенні досліджень нами було визначено кількість відвідувачів у різних зонах парку, а також досліджено їх вплив на лісові екосистеми данного об'єкта та запропоновані заходи за допомогою яких можна було б поліпшити верхні шари ґрунту.

Ми встановили, що зі збільшенням рекреаційного навантаження на лісові насадження в зоні тихого відпочинку відбувається зміна реакції верхнього шару ґрунту від слабокислої до нейтральної (рН=5,52→6,62). На тих територіях де було зафіксоване значне рекреаційне навантаження (площинного та стежкового витоптування трав'яного вкриття), відбувається значне ущільнення верхнього шару ґрунту – його густина в 1,13-1,35 рази вища, ніж у порівнянні з місцями із незначним рекреаційним навантаженням. Нами також була запропонована ідея щодо підвищення продуктивності ґрунтового покриву шляхом нанесення більш родючого шару ґрунту.

Annotation. When conducting research, we determined the number of visitors in different zones of the park, as well as investigated their impact on the forest ecosystems of this object and proposed measures by which it would be possible to improve the upper layers of the soil.

⁹Науковий керівник – кандидат с.-г. наук, доцент кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства Олена Циганська.

We established that with an increase in the recreational load on forest plantations in the zone of quiet rest, there is a change in the reaction of the upper soil layer from slightly acidic to neutral (pH=5.52→6.62). In those territories where a significant recreational load was recorded (flat and trail trampling of grass cover), significant compaction of the upper layer of the soil occurs - its density is 1.13-1.35 times higher than in places with a small recreational load. We also proposed an idea to increase the productivity of the soil cover by applying a more fertile soil layer.

Вступ. У міру того як урбанізація населення продовжує розвиватися, розваги та оздоровлення людей стають все більш важливою темою. Велику роль у вирішенні цієї проблеми відіграють парки, лісопарки та інші зелені насадження. Вони є основними об'єктами, які задовольняють потреби людей у дозвіллі, сприяють соціальному, фізичному та психічному здоров'ю, відіграють важливу роль у розумінні природних процесів [4]. Видно, що разом із посиленням рекреаційного використання штучних лісів зростає його рекреаційне навантаження, що негативно впливає на лісові біологічні угруповання. Наприклад, внаслідок витоуптування знищується лучна рослинність, відбувається ущільнення ґрунту, внаслідок чого погіршуються умови зростання дерев, підросту та підліску [6].

Ґрунтовий покрив паркових і лісопаркових насаджень зазнає значних змін внаслідок надмірного антропогенного впливу та відображає трансформаційні процеси в міських екосистемах внаслідок надмірних рекреаційних навантажень

Мета роботи – оцінити вплив рекреаційного навантаження на екосистеми парку.

Об'єкт досліджень - екосистеми Вінницького центрального міського парку.

Результати досліджень. Під рекреаційним навантаженням розуміють показник прямого впливу рекреантів (відвідувачів), їх транспортних засобів і споруд на навколишнє природне середовище. В основному цей показник зростає в місцях розваг і туризму, тобто в тих місцях де зосереджена велика кількість людей. Розрізняють допустимі навантаження та деструкційні навантаження [1]. При допустимих навантаженнях зміни в екосистемі будуть відбуватися, але ці зміни, як правило, оборотні. Тобто такі комплекси можуть самовідновлюватися, але при цьому можуть втрачати деякі компоненти. Тоді як при деструкційних навантаженнях відбуваються незворотні зміни після яких ландшафтний комплекс не взмозі самостійно відновитися. Рекреаційне навантаження зазвичай відображається кількістю рекреантів (відвідувачів) конкретної території за певний період часу. У цьому випадку одиницею рекреаційного навантаження є 1 людина/день/га, що означає, що на 1 га певного рекреаційного об'єкту протягом дня знаходився один відвідувач (рекреант). Ми розрахували кількість відвідувачів центрального парку Вінниці у вихідний день (рис.1) та будній день (рис.2)

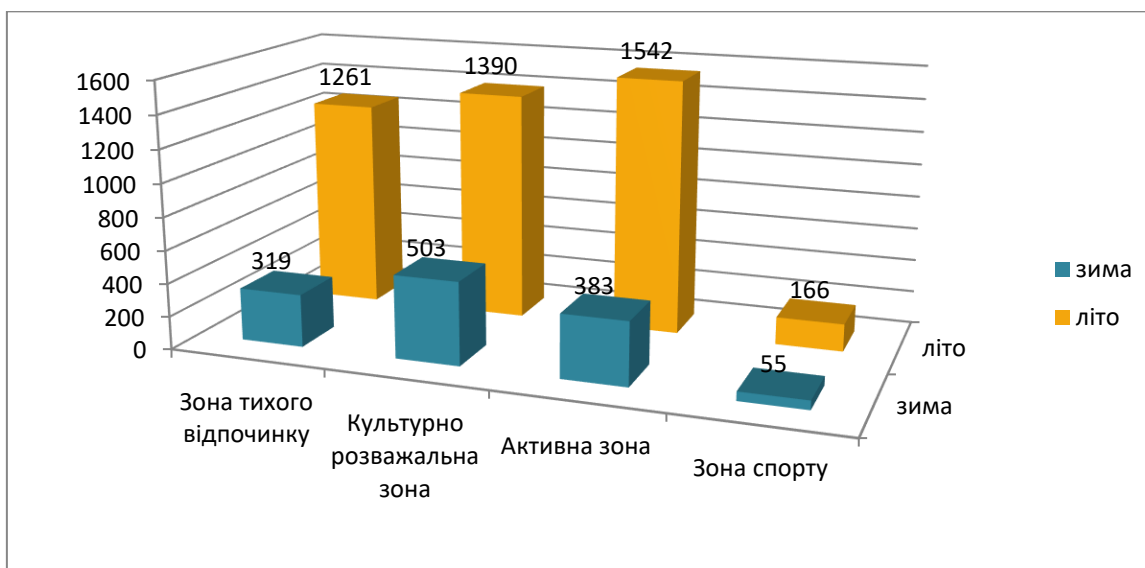


Рисунок 1. Кількість відвідувачів парку у вихідний день

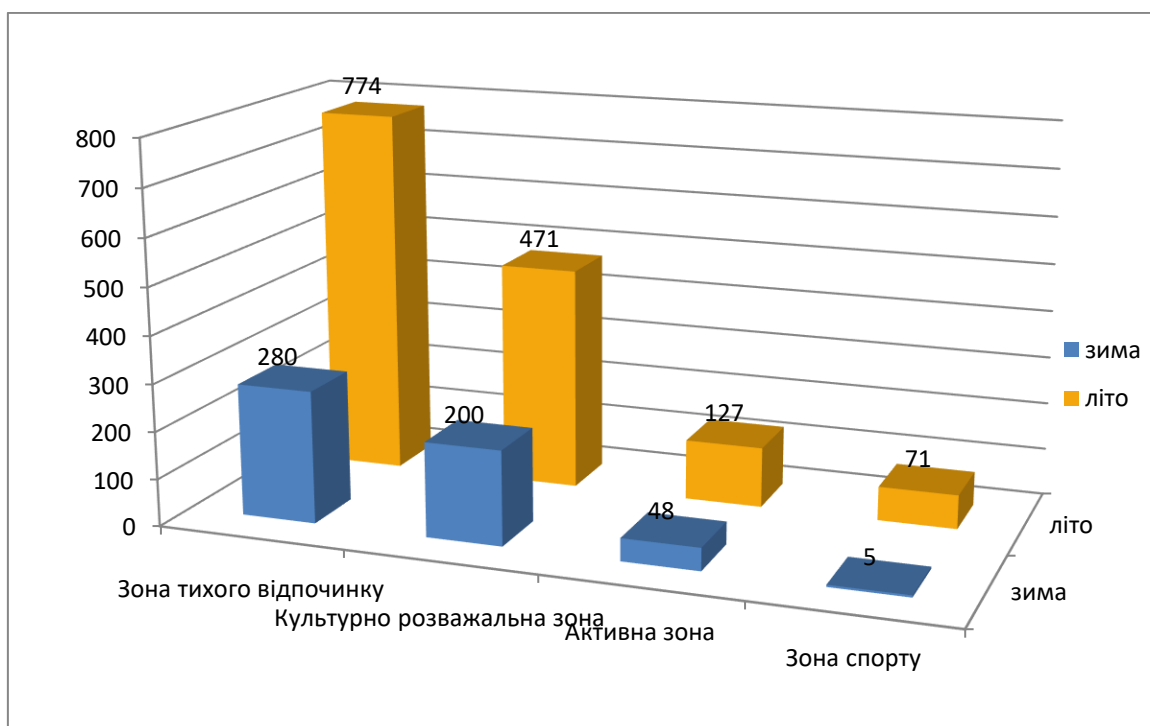


Рисунок 2. Кількість відвідувачів парку у будній день

Аналізуючи діаграму (рис. 1), бачимо, що влітку в дні відпочинку найбільша відвідуваність відмічається в активній зоні парку (1542 особи). За той самий період дещо менше рекреантів відвідало культурно розважальну зону (1390), а також зону тихого відпочинку (1261 рекреанти). Найменша кількість відвідувачів (166) була зафіксована на території спортивної зони. Також, слід зазначити, що значно скоротилася кількість відвідувачів парку у зимовий період.

На рис. 2 показано дані про відвідування парку в будні дні. Видно, що влітку у будні дні найчастіше відвідується зона тихого відпочинку (774 осіб). Менша кількість відвідувачів надає перевагу активній зоні (127) та зоні спорту

(71). Культурно розважальна зона займає проміжне положення її на протязі дня відвідало 471 особи

Отже, як висновок можна сказати, що у вихідний день найбільше рекреаційне навантаження прийняли: культурно розважальна зона, активна зона та зона тихого відпочинку. У будні дні найбільше навантаження було зафіксоване у культурно розважальній зоні та зоні тихого відпочинку.

Також у зоні тихого відпочинку нами було відібрано зразки ґрунту для подальшого проведення фізико-хімічного аналізу (табл. 1).

Таблиця 1.

Фізико-хімічні властивості ґрунтового покриву

Ступінь рекреаційного навантаження	Показник			
	густина ґрунту, г.см-3.	загальна пористість, %.	pH (H ₂ O)	гумус, %.
слабкий	1,13 ^{±0,03}	51,36 ^{±0,49}	5,52 ^{±0,21}	1,54 ^{±0,13}
середній	1,23 ^{±0,06}	49,28 ^{±1,94}	6,21 ^{±0,11}	1,36 ^{±0,09}
сильний	1,35 ^{±0,01}	46,03 ^{±0,41}	6,63 ^{±0,12}	1,21 ^{±0,11}

Верхні шари ґрунту у центральному парку міста Вінниці характеризуються слабокислим, слаболужним або нейтральним ґрунтовим середовищем (рН = 6,02-8,12). Зі збільшенням рекреаційного навантаження на лісові насадження в зоні тихого відпочинку відбувається зміна реакції верхнього шару ґрунту від слабокислої до нейтральної (рН=5,52→6,62).

На тих територіях де зафіксоване значне рекреаційне навантаження (площинного та стежкового витоптування трав'яного вкриття), відбувається значне ущільнення верхнього шару ґрунту – його густина в 1,13-1,35 рази вища, ніж у порівнянні з тими місцями де фіксувалось незначне рекреаційне навантаження. Така ж ситуація спостерігається і з пористістю ґрунту, вона знижується від 51,36 % до 46,03 %. Верхній горизонт ґрунту характеризується невисоким відсотком гумусу, однак на території слабого рекреаційного навантаження вміст гумусу дещо вищий і становить 1,54 %, чим в порівнянні з територіями, де спостерігалось сильне рекреаційне навантаження і в яких його вміст знижується до 1,21 % (табл.1).

Однак слід зазначити, що можливо підвищити продуктивність ґрунтового покриву та покращити якісний стан ґрунту за допомогою певних господарських заходів. Наприклад, шляхом нанесення родючого шару ґрунту поверх існуючого. Це збільшить відсотковий вміст гумусу, та поживних речовин у верхніх шарах.

Висновки. У зв'язку із зростанням урбанізації населення все актуальнішою темою стає організація відпочинку і оздоровлення людей. Велику роль у вирішенні цієї проблеми відіграють лісові насадження. Вони є основними об'єктами, які задовольняють потреби людей у дозвіллі, зміцнюють фізичне та психічне здоров'я та відіграють важливу роль у розумінні природних процесів [2].

Верхній шар ґрунту Вінницького центрального міського парку характеризується слабокислим, слаболужним або нейтральним ґрунтовим середовищем (рН = 6,03-8,11). Зі збільшенням рекреаційного навантаження на лісові насадження в зоні тихого відпочинку відбувається зміна реакції верхнього шару ґрунту від слабокислої до нейтральної (рН=5,52→6,63).

За допомогою господарських заходів можна поліпшити якісний стан ґрунтів і підвищити продуктивність ґрунтового покриву.

Список використаних джерел

1. Вітюк І. В., Ковальський В. П. Фактори, що впливають на формування та розміщення садово-паркових об'єктів. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. Том 20 № 2. 2016. С. 69-73.

2. Дідур І.М., Прокопчук В.М., Панцирева Г.В., Циганська О.І. Рекреаційне садово-паркове господарство. Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ 2020. 328 с.

3. Дідур І.М. Прокопчук В.М. Циганська О.І. Циганський В.І. Газони. Технологічні особливості створення та експлуатації. Навчальний посібник. Вінниця ВНАУ. 2019. 293 с.

4. Матусяк М.В., Василевський О.Г., Прокопчук В.М. Декоративна дендрологія: Навчально-методичний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2016. 140 с.

5. Стафійчук В. І. Проблеми використання біотичних рекреаційних ресурсів у туристичній галузі України. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Педагогічні та рекреаційні технології в сучасній індустрії дозвілля». К., 2004.

6. Фоменко Н. В. Рекреаційні ресурси та курортологія. К.: Центр навч. літ-ри, 2007. 312 с.

7. Черчик Л. М. Оцінка сучасного стану та перспектив розвитку рекреаційного природокористування в Україні. Актуальні проблеми економіки. 2008. № 6. С. 180-186.

Віталій КАПШІЄНКО¹⁰,

Магістр 1- го року навчання,
факультету екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Навчально-наукового інституту агротехнологій та природокористування,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВИБІР ПОКРІВЛІ ДЛЯ ВЛАШТУВАННЯ САДІВ НА ДАХАХ

Анотація. У статті проаналізовано три види озеленення дахів. Розкрито суть кожного із видів покрівлі для влаштування садів на дахах. Описано схему

¹⁰Науковий керівник – старший викладач кафедри лісового та садово-паркового господарства ВНАУ Вероніка Монарх.

та назви шарів для озеленення покрівель. Подано інформацію про різновиди дахів за технологією та несучою конструкцією. Прораховано навантаження зеленої покрівлі деревно-чагарниковими насадженнями.

Annotation. The article analyzes three types of roof landscaping. The essence of each type of roofing for roof gardens is revealed. The scheme and names of the layers for roof landscaping are described. Information is provided on the types of roofs by technology and supporting structure. The load of the green roof with tree and shrub plantations is calculated.

Ключові слова. контейнери, інтенсивний тип, екстенсивний тип, насадження

Вступ. У сучасних умовах густонаселеності міст з кожним роком зростає кількість будівель та все менше залишається територій для парків і природних насаджень. Це призводить не тільки до порушення естетичного вигляду міських територій, а й надмірного забруднення повітря викидами газів. Ідеальним вирішенням цієї ситуації є влаштування садів на дахах - невеликих зелених фільтрів, острівців справжньої природи, які несуть спокій і красу. Створені за дотриманням всіх вимог сади на дахах будинків рятують мешканців мегаполісів від загазованості повітря і, між тим, ефективно лікують від стресу.

Впродовж останніх десяти років в Україні я розуміння про експлуатовані покрівлі значно розширилося, а монтаж з влаштуванням експлуатованої покрівлі стає все більш затребуваним. Підвищення рівня кисню, зниження шуму, зменшення забруднення і це далеко не весь перелік позитивних якостей садів на дахах, які сприятливо впливають на рівень життя людей.

Виклад основного матеріалу. Автори виділяють три типи озеленення покрівель. *Екстенсивний тип* – засипка покрівлі даху будівлі тонким шаром субстрату із висаджуванням посухостійких рослин ґрунтопокривних, лучних або з газонним покриттям без можливості активного відпочинку на данній території. *Інтенсивний тип* – створення великих піднятих посадкових ємностей для висадки стандартного асортименту рослин, з можливістю доступу відвідувачів до ландшафтних об'єктів на даху будівель. *Контейнерне озеленення*, яке зформувалося в різних країнах та кліматичних регіонах не тільки на дахах будівель але і у вигляді різних комбінацій вуличного озеленення.



Рис. 1 Інтенсивна зелена покрівля

Екстенсивний тип озеленення, у нашому регіоні, широкого поширення, поки що, не отримав. Через певні переконання та стандартні бачення садів, брак знань щодо влаштування даного типу озеленення. Чудово себе зарекомендували ґрунтопокривні, килимові рослини, які використовують на громадських територіях та на скатних покрівлях. Газон можна зустріти у використанні технічного озеленення на покрівлях у житлових комплексах.



Рис. 2 Екстенсивна зелена покрівля

Суть даного виду озеленення дахів складається із застосування легкого ґрунту (товщина шару повинна бути від 5 до 15 см.) і невибагливих рослин. Для посадки використовують витривалі вічнозелені види, що формують суцільний килим на покрівлі, наприклад, седуми і інші види. Вага шару ґрунту, разом із посадженими рослинами дорівнює 20 кг. на 1 кв. м. (в середньому).

Екстенсивні покрівлі є досить простим способом створення автономної екосистеми і захисту даху. Актуальним буде використання даного типу для влаштування зеленого даху на різних будівлях загального, громадського та приватного використання. Мінусом є те, що у даному випадку не передбачається створення зон відпочинку.

На мою думку, найбільш затребуваними на сьогодні є інтенсивне та контейнерне озеленення. Контейнерні ємності, як правило, влаштовуються по периметру даху або з примиканням до виходів, вентиляційних шахт та інших частин будинку, що виступають. Роблять лише передній та бічні бортики. Використовують різні матеріали такі як: пустотілі керамзитобетонні блоки з наступним облицюванням або дерево.

Дерев'яні ємності утеплюються ППС-панелями завтовшки 20 мм. Глибина ємностей може бути варіюватися від 10 см – для газону, 20 см – для більшості чагарників та багаторічників, 40 см – для хвойних рослин та великих чагарників, до 60 см – для дерев та хвойних крупномірів. На просторі даху, що не зайнятий зеленими насадженнями, влаштовують мощення або настил та встановлюють садові меблі.

Якщо теоретично, то весь дах можна засипати товстим шаром ґрунту та висадити там рослини, але це недоцільно, оскільки зводить до мінімуму

можливість проведення там дозвілля. Контейнерне озеленення буває доречним тоді, коли площа даху є невеличкою, а розрахункові навантаження мінімальні. Коли прохід тільки через квартиру, у якій попередньо зроблено ремонт та виконані роботи по оздобленню тераси. Переважно контейнери роблять дерев'яними (модрина, тик і т.д.), з утепленням стінок зсередини.

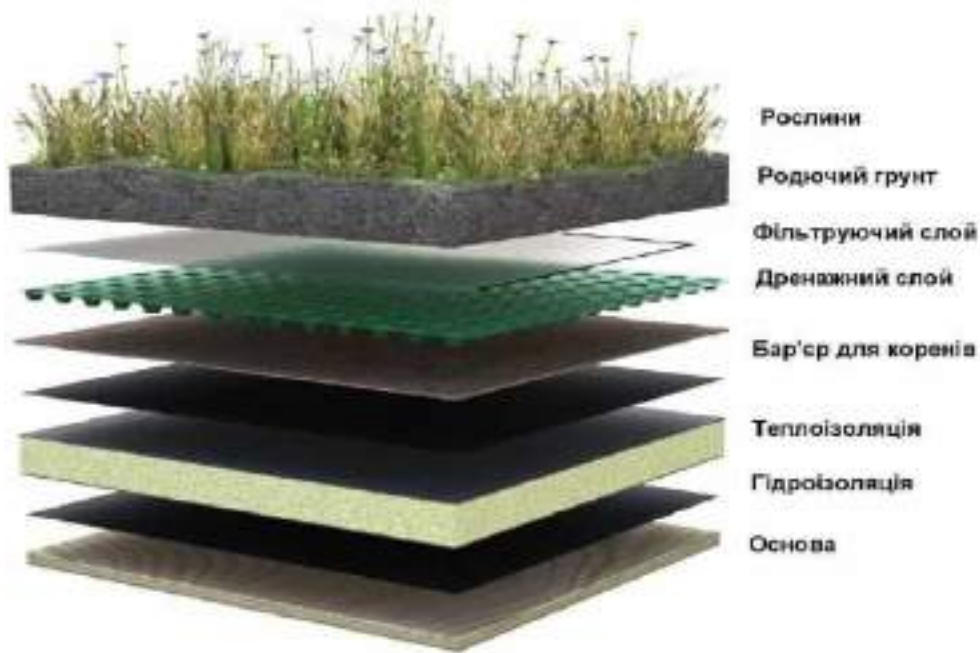


Рис.3 Схема шарів для озеленення дахів

У контейнерах розміром 60 х 60 х 50 см ідеально зимуватимуть туї, ялівці, гірські сосни, низькорослі ялинки, всі види чагарників. У більш великих по розміру контейнерах можуть рости новорічні ялинки, листяні дерева, кедрові сосни, бонсаї. Якщо приставити контейнери впритул один до одного, то можна отримати візуальний ефект загальних ємностей.

Інтенсивні зелені покрівлі передбачають розбивку повноцінного саду на даху із використанням всіх конструктивних елементів садово-паркового об'єкту. Рослинність, МАФ, водні пристрої, архітектурно-прикладне мистецтво, геопластика тощо. Як правило, сади з дахами такого типу формують у торговельно-розважальних центрах і багатоповерхових будівлях.

Будь-яка зелена покрівля складається з певної кількості шарів, які описано нижче по тексту.



Рис.4 Різновиди дахів за технологією (тепла, інверсійна)

Основа - перший шар, який являє собою несучі конструкції даху. Ними можуть виступати бетонні плити перекриття, якщо мова йде про плоский дах та суцільна обрешітка, якщо для скатної. У разі плоскої плити, рекомендується створення невеликого нахилу.

Гідроізоляційний шар - застосування полімерних мембран або поліетиленової плівки. Може підійти рідка гума. В даному випадку використовують гідроізоляцію для того щоб ґрунт огородити від даху.

Теплоізоляція – це створення шару із плит чи екструдованого пінополістиролу або поліуретану у вигляді піни. Плити укладають дуже щільно. Якщо між верхніми шарами відчувається недостатньо тиску, то можна з'єднати їх, застосовуючи спеціальний клей.

Бар'єр для коренів необхідний для захисту дахів будівель від пошкоджень, що можуть створити коріння, які ростуть вглиб. Бар'єр виглядає як полімерна звичайна плівка або ж фольга. Ідеально може підійти плівка з металевим покриття та укладається на шар гідроізоляції.

Дренажний шар затримує значну кількість води, необхідної для росту і розвитку рослин. Важливо відзначити, що вода повинна вільно при цьому рухатися у бік водостоку по даху.

Фільтраційний шар необхідний для зупинки надмірної кількості опадів. Відмінно зарекомендував себе у якості фільтра - геотекстиль.

Решетування використовують тоді, коли треба озеленити пологий дах. Тоді використовують легку георешітку, яка схожа на осередок з пластику.

Родючий ґрунт або легка ґрунтосуміш, що складається з нейтрального торфу, дрібного керамзиту і перліту. Іноді додають глину, сланець чи пісок. Ґрунти для озеленення дахів повинні відрізнятися невеликою вагою, бути пористими і вологоємними.

Таблиця 1

Навантаження зеленої покрівлі деревно-чагарниковими насадженнями

Найменування шару у комплекті озеленення покрівлі	Вага (приблизно) в сухому стані кг/м ²	Вага (приблизно) в вологому стані кг/м ²	Примітки
Седуми і трави для зелених дахів	5-10	5-10	Дні показники є референсними для розрахунку показників. Похибка +/- 1,0 кг/м ² /см
Багаторічники і низькорослі кущі	10	10	
Газон	5-10	5-10	
Багаторічники і кущі заввишки до 1,5 м	20	20	
Кущі висотою до 3-х метрів	30	30	
Великі кущі заввишки до 6 м	40	40	
Маленькі дерева висотою до 10м	60	60	
Дерева висотою до 15 м	150	150	

Рослини. При виборі рослинності необхідно враховувати наявність умов, що нагадують пустельні: вітер і сонце. Підходять для озеленення невибагливі види. Рекомендовано висаджувати на дахах морозостійку траву і ґрунтопокривні рослинами – очиток, седум, що стелиться флокси, молодило.

Для посадки на даху варто обирати мох, деякі цибулинні, різні види лугових квітів і дзвіночки, материнку, гвоздики, лаванду.

При розрахунку несучої здатності дахів під озеленення варто враховувати додаткове навантаження, що виникає при озелененні, особливо, коли враховано вагу покрівлі у зволоженому стані. Вирішальним фактором являється товщина шару ґрутосуміші, бо кожний сантиметр означає додаткове навантаження від 13 до 19 кг/м².

Дані цифри відображають індивідуальне навантаження кожного окремого шару озеленення даху деревно-чагарниковими насадженнями. Вага у сухому стані. Вага у вологому стані та найменування шарів у комплекті озеленення покрівлі.



Рис.5 Різновидність дахів за несучою конструкцією

Висновки. Основним фактором стримування є максимально допустимі дозволені навантаження. Їх значення для конкретної покрівлі можна дізнатися або у самого замовника, або в організації, що експлуатує, або подивитися в проектній документації будівлі. Але часто нам потрібні не так навантаження, скільки їх розподіл на покрівлі. Тяжкі елементи варто зосередити поблизу несучих стін, а середню частину плит перекриття, навпаки, полегшити. Іноді при перевищенні допустимого навантаження буває достатньо зобов'язання замовника прибрати з даху сніг, зменшуючи таким чином загальну вагу. Як правило, архітектори-проектувальники закладають дозволене навантаження з урахуванням снігової – 500–800 кг/м². Виходячи з цього, можна вибирати ті чи інші способи облаштування покрівлі.

Список використаних джерел

1. Білоус В. І. Садово-паркове мистецтво. Коротка історія розвитку та методи створення художніх садів. К.: Наук. світ, 2010. 299 с.
2. Гудак В.А. Ландшафний дизайн сучасного природного навколишнього середовища. Вісник Харківської державної академії дизайну і мистецтв. 2018. № 11. С. 46-55.

3. Монарх В.В. Аналіз асортименту рослин оранжереї ботанічного саду "Поділля" Вінницького національного аграрного університету. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2020, т. 30, № 1 19-24 с

4. Шевченко Л.С. Екологічні аспекти ландшафного дизайну міського середовища. К., НАУ. 2010. Вип. 3. .

5. Monarkh V.V. Biological and ecological characteristics of dendroflora of the Podillia botanical garden of Vinnytsia national agrarian university. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 13. С. 228-238.

Вадим ШАФОРСТ¹¹,
студент 2-го курсу навчання,
факультет агрономії, садівництво та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ФОТОСИНТЕЗ ТА АДАПТАЦІЯ РОСЛИН В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

***Анотація.** У статті проведений аналіз щодо дослідження зміни клімату на рослинний світ і фотосинтез. Ми розглядаємо зміну клімату, вплив підвищення температури та опадів на ріст і розвиток рослин, а також аналізуємо адаптаційні стратегії, які вони використовують для пристосування до нових кліматичних умов.*

***Annotation.** The article analyzes the study of climate change on plant life and photosynthesis. We look at climate change, the effects of rising temperatures and precipitation on plant growth and development, and analyze the adaptive strategies they use to adapt to new climate conditions.*

Вступ. Фотосинтез та адаптація рослин до змін клімату є одними з ключових проблем, що стоять перед сучасними біологами та екологами. Зміна клімату спричиняє значний вплив не лише на екосистеми, але й на фізіологію та біологію рослин. Температурні режими, кількість опадів та інші кліматичні фактори суттєво змінюються внаслідок збільшення концентрації парникових газів в атмосфері. Через це можуть мати серйозні наслідки для рослин екосистем в цілому.

Наприклад, у лісостеповій зоні можна помітити, що вона не залишалася осторонь від зміни клімату і вже зараз спостерігаються деякі зміни в кліматичних умовах. Ця зона славиться своєю різноманітною рослинністю і аграрними традиціями, що робить вивчення адаптації рослин до зміни клімату особливо актуальним завданням.

¹¹Науковий керівник – старший викладач кафедри лісового та садово-паркового господарства ВНАУ Вероніка Монарх.

Метою даного дослідження є вивчення взаємозв'язку між фотосинтезом та адаптацією рослин до зміни клімату. Завдання полягає в тому, щоб проаналізувати вплив зміни клімату на фотосинтетичну активність, продуктивність і здатність рослин адаптуватися до нових умов.

Це дослідження має велике значення для сільського господарства, екології та охорони природи. Враховуючи важливу роль, яку відіграє процес фотосинтезу рослини у забезпеченні продуктивності сільськогосподарських культур та підтримці біорізноманіття в регіоні.

Виклад основного матеріалу. Зміна клімату – це складний процес, що впливає на місцеві погодні умови та кліматичні показники.

За даними із центру з гідрометеорології, за останні 30 років середньорічна температура стала свідком певних змін у своєму кліматі. Вона зросла на 1,0°C, а ця тенденція особливо відчутна у холодний період року - січні-березні та влітку - липні-серпні. Це створює унікальний кліматичний пейзаж, який відображається в розподілі опадів протягом року. Особливо помітні зміни у січні, квітні та травні, коли спостерігається збільшення опадів. (табл. 1).

Таблиця 1

Зміна середньої обласної температури за різні періоди [4]

Період	Місяці												рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1961-1990	-5,5	-4,0	0,6	8,3	14,5	17,4	18,6	18,0	13,7	7,9	2,3	-2,3	7,5
1981-2010	-3,6	-2,8	1,7	8,8	14,9	17,9	19,8	19,2	13,9	8,2	2,2	-2,4	8,2
відхилення	+1,9	+1,2	+1,1	+0,5	+0,4	+0,5	+1,2	+1,2	+0,2	+0,3	-0,1	-0,1	+0,7

Однак, підвищення температури та перерозподіл опадів створюють виклик у водопостачанні регіонів, зумовлюючи дефіцит вологи, особливо на півднікраїни. Останнім часом, у світі, так само як і в цілому по Україні, спостерігається зростання кількості аномально спекотних періодів, які стають більш регулярними та тривалими.

За конкретними цифрами, у 2019 році середня річна температура повітря склала 10,2°C, що перевищує норму на 2,7°C. Місяць за місяцем температура перевищувала норму, особливо в лютому, березні, червні, листопаді та грудні. Щодо опадів, середня річна кількість становила 467 мм, що складає 75% від норми. Липень та серпень виявилися найсухішими місяцями з відхиленням від норми на 41% та 31% відповідно, тоді як травень став найбільш вологим місяцем з відхиленням від норми на 189% [4].

Фотосинтез є життєво важливим процесом для рослин, адже він дозволяє їм перетворювати сонячну енергію, вуглекислоту та воду на глюкозу, та кисень. Цей процес складається з двох основних етапів: світлозалежного та світлоне залежного, кожен з яких виконується рядом ферментативних реакцій.

Висока температура може мати подвійний вплив на процес фотосинтезу. По-перше, вона може активувати ферменти, які беруть активну участь у процесі, та прискорювати хімічні реакції. Це може призвести до збільшення

швидкості фотосинтезу при підвищених температурах, особливо в умовах, коли інші умови, такі як доступність світла і CO_2 , є оптимальними.

Проте, по-друге, висока температура може також спричинити денатурацію білків, включаючи ферменти, які керують фотосинтезом. Це може призвести до втрати активності ферментів та зниження ефективності. Якщо ця денатурація стає поширеною, рослини можуть втратити здатність до фотосинтезу та підпадати стресу.

Крім того, висока температура може спричинити закриття стом - малих отворів на поверхні листків, які регулюють обмін газами з навколишнім середовищем. Це може призвести до зниження доступності CO_2 для фотосинтезу та може спричинити окислювальний стрес та пошкодження фотосинтетичних компонентів, таких як хлоропласти, а отже і до зниження швидкості самого процесу (рис. 1).

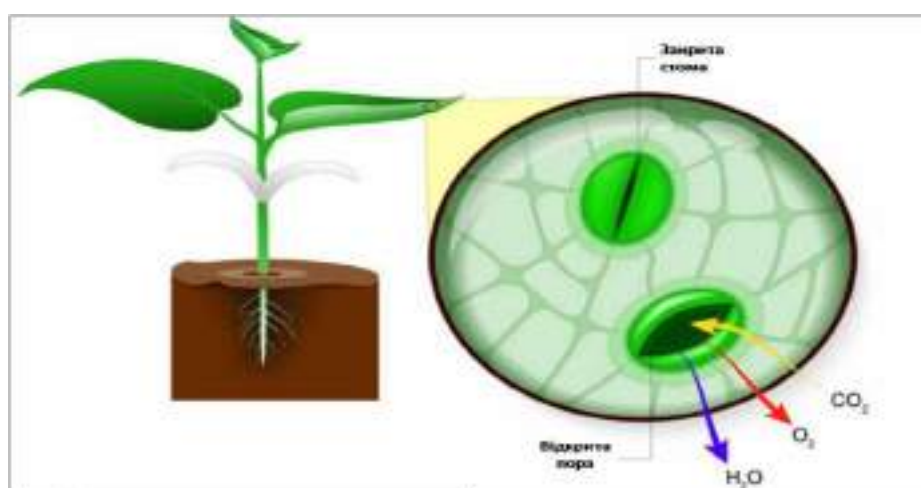


Рис. 1. Вигляд стоми у рослини

Процес адаптації рослин до цих змін обумовлений рядом складних механізмів та стратегій, які вони використовують для того, щоб пристосуватися до нових кліматичних умов. Відбуваються такі процеси як: фізіологічні зміни, структурні адаптації, генетичні зміни, пластичних змін. Однією з ключових адаптацій є зміна фізіології рослин. Наприклад, у відповідь на підвищення температури, рослини можуть регулювати рівень фотосинтезу, збільшуючи чи зменшуючи інтенсивність процесу. Вони також можуть змінювати швидкість водного обміну, щоб зменшити водоповітряний обмін та мінімізувати втрату води. Структурна адаптація рослин передбачає зміну їхньої морфології, включаючи зміни у розмірі листків, стебел і коренів. Це коли в умовах обмеженого здобутку вологи, рослини можуть розвивати глибокі корені, що дає їм можливість отримувати доступ до глибоких шарів ґрунту, де зберігається більше води.

Ця стратегія сприяє забезпеченню рослин водою в умовах дефіциту вологи. Також рослини можуть демонструвати генетичну адаптацію до змін клімату. Це може включати в себе мутації генів, що контролюють фізіологічні процеси, які регулюють терморегуляцію, посухостійкість або толерантність до

підвищених температур, а до пластичності відноситься можливість змінювати свої фізичні характеристики у відповідь на зміни навколишнього середовища [2].

На прикладі кукурудзи можна детальніше розглянути, як висока температура впливає на фотосинтез та врожайність цієї важливої культури. Кукурудза, як одна з ключових сільськогосподарських культур у світі, стає особливо чутливою до змін клімату через її залежність від фотосинтезу.

Ключовою проблемою в цьому процесі є денатурація ферментів, які беруть участь у фотосинтезі, зокрема рубіско – ферменту (англ. *Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase*, *RuBisCO*), який фіксує вуглекислоту. Під впливом високих температур структура цього ферменту може розпадатися, що призводить до зниження ефективності фотосинтезу та зменшення врожайності кукурудзи.

Для адаптації до зміни клімату дослідники та сільськогосподарські виробники працюють над розробкою нових сортів та гібридів кукурудзи, які володіють вищою стійкістю до повітряних та ґрунтових посух, а також високих температур. Ці сорти (гібриди) характеризуються деякими особливостями, такими як менша кількість листків, які втрачають воду, та глибший корінь, який дозволяє рослинам ефективніше використовувати вологу з ґрунту. Такі сорти можуть бути ключовим елементом для забезпечення продовольчої безпеки в умовах зміни клімату та збереження врожаїв культури.

Рослини, такі як соняшник, володіють фізіологічними механізмами адаптації до високих температур. При тривалих змінах у кліматичних умовах соняшник може виживати завдяки генетичним змінам. В процесі еволюції певні гени можуть стати більш активними або мутувати. Також він має фенотипову пластичність, що означає, що він може змінювати свої фізіологічні характеристики у відповідь на зміни умов навколишнього середовища. Наприклад, висота рослини, кількість листя і розмір квітів можуть змінюватися в залежності від клімату. Проте, адаптація може займати час, і сприятиме їй співпраця людей, які вирощують соняшник, і дотримання сільськогосподарських практик, які сприяють стійкості цієї культури до змін клімату. Навіть ці адаптації мають свої межі, і в деяких випадках висока температура все одно може призвести до стресу для рослин [5].

Деякі сорти винограду, наприклад, Merlot чи Cabernet Sauvignon, виявляють кращу адаптованість до вищих температур. Вищі температури сприяють їхньому швидшому і повнішому дозріванню, що може мати кілька позитивних наслідків для виробництва вина.

Це покращує якість вина. Вино, вирощене з винограду, який дозріває в сприятливих теплих умовах, може мати більше насичений смак і аромат, що робить його більш привабливим для споживачів. Також із підвищенням температур може збільшуватися врожайність винограду, що забезпечує більше сировини для виробництва вина. Тому раннє дозрівання винограду може бути перевагою для виробників вина, оскільки вони можуть отримувати врожаї раніше в сезоні.

Проте важливо зауважити, що надмірне підвищення температури може також мати негативний вплив, включаючи спеку та посуху, які можуть завдати шкоди виноградним лозам. Тому фермери та виробники вина повинні бути готові до адаптації до змін клімату та вживати заходів для забезпечення стійкості виробництва вина в умовах змінюючихся кліматичних умов [6].

Зміна клімату також може сприяти розповсюдженню рослин, які зазвичай зростають на півдні України, та північніше. Це може включати в себе види, які вже є адаптованими до тепліших умов. Наприклад, деякі види дерев, такі як черешня або мигдалеве дерево, можуть стати більш поширеними через підвищену температуру

Висновки. Зміна клімату, спричинена викидами парникових газів та іншими антропогенними факторами, має важливий вплив на фотосинтез рослин і їхню адаптацію. Дослідження показали, що підвищення середньорічної температури повітря, призводить до складних змін у фотосинтетичному процесі.

З одного боку, підвищення температури може сприяти збільшенню реакційної швидкості фотосинтезу та підвищити продуктивність рослин. Однак ця позитивна динаміка може супроводжуватися підвищеною паростокислотою витратою та ризиком дефіциту води, що обмежує доступність вологи для фотосинтезу та сприяє стресу для рослин. Крім того, вища температура може призвести до денатурації ферментів, які регулюють цей процес і стати перешкодою для нормального функціонування цього процесу.

Рослини розвивають адаптацію для протистояння змінам у кліматі, такі як збільшена кількість стом, що дозволяє їм регулювати водяний баланс та утримувати оптимальний рівень вологи для фотосинтезу.

Загалом, зміна клімату та її вплив на фотосинтез рослин є складним процесом, який вимагає подальших досліджень та моніторингу. Розуміння цього впливу має велике значення для збереження екосистем та забезпечення продовольчої безпеки в умовах зміни клімату.

Список використаних джерел

1. Baker, N. R. (2008). Chlorophyll Fluorescence: A Probe of Photosynthesis In Vivo. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 89–113.
2. Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M., & Foolad, M. R. (2007). Heat tolerance in plants: An overview. *Environmental and Experimental Botany*, 61(3), 199–223.
3. Berry, J. A., & Bjorkman, O. (2010). Photosynthetic response and adaptation to temperature in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology*, 31(1), 199. С. 491–543.
4. Звіт про стан розвитку аграрного сектору Вінницької області за 2019 рік URL:<https://www.vin.gov.ua/images/doc/vin/departament-apk/doc/OperMonitor/Dopov/Dop2019.pdf> (дата звернення 03.10.2023).
5. Довгалюк, І.А., Гуревич, А.А. (2016). Фізіологія рослин умовами стресових факторів: навч. посібник. Київ: Видавничий дім «Слово», 2016. С. 354 с.

6. Іванюта О.О., Коломієць О.А., Малиновська Л.М., Якушенко О.О. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. Доповідь. К.: НІСД, 2020. 110 с.

Надія ЧОРНА¹²

студентка 2-го курсу,
факультету екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна

ЗНАЧЕННЯ ПАРКУ В ЖИТТІ МІСТА

***Анотація.** В даній науковій статті розкрито тему “Значення парку в житті міста”. Надається пояснення що таке парк, його значення в житті людей. Висвітлюються аспекти які роблять парк цінною складовою міського ландшафту.*

***Ключові слова.** Парк, рекреація, місто, природа, населення*

***Annotation.** In this scientific article, the topic "The importance of the park in the life of the city" is revealed. An explanation of what a park is and its importance in people's lives is given. Aspects that make the park a valuable component of the urban landscape are highlighted.*

***Key words.** Park, recreation, city, nature, population*

***Вступ.** Парк - спеціальна обмежена природна або штучна територія, виділена переважно з метою рекреації, відпочинку. Парк - це не просто зелена зона серед міського ландшафту. Це оазис природи, який відіграє важливу роль у житті міста та його мешканців[7 с.8]. Захоплюючи своєю красою та функціональністю, парки стають серцем та душею міського середовища. Вони мають важливе значення на різних рівнях, від покращення фізичного та психічного здоров'я до сприяння екологічній стійкості, соціокультурному розвитку і навіть економічному зростанню міста. У цій статті ми розглянемо, як парки стають невід'ємною частиною життя міста та як їхнє значення визначає наше щоденне існування у міському оточенні.*

***Виклад основного матеріалу.** Парк – це набагато більше, ніж просто земельна ділянка, вкрита зеленим газоном та деревами. Він має значення на численних рівнях, що відображається в житті міського населення. Поглибимо наш розгляд, щоб зрозуміти, які конкретні аспекти роблять парки необхідними та цінними складовими міського ландшафту.*

***Фізичне здоров'я і рекреація.** (Рис.1) Одним із перших та очевидних аспектів значення парку в житті міста є його вплив на фізичне здоров'я*

¹²Науковий керівник – асистент кафедри лісового та садово-паркового господарства Сергій Верхолюк.

населення. Парки надають місця для фізичної активності, розваг та спортивних змагань. Заняття спортом, прогулянки та відпочинок на свіжому повітрі стають доступними завдяки паркам. Це сприяє зниженню ризику хвороб, пов'язаних із сидячим способом життя, і сприяє загальному фізичному благополуччю міського населення [4].



Рис.1 Фізичне здоров'я і рекреація

Ось кілька прикладів фізичного здоров'я і рекреації в парках:

1. Спорт та фізична активність. Парки надають ідеальні умови для виконання фізичних вправ, таких як біг, велосипед, піший туризм, йога, футбол і багато інших видів спорту[6]. Це сприяє підтримці та поліпшенню фізичної форми населення та допомагає у збереженні здоров'я.

2. Зниження стресу і тривожності. Проведення часу в природному середовищі парку сприяє розслабленню та зниженню рівня стресу. Зелений ландшафт та спів з пташками можуть мати успішний вплив на психічне здоров'я і загальний стан душі[4].

3. Покращення якості сну. Регулярна фізична активність у парку може сприяти поліпшенню якості сну. Фізичне виснаження під час активних розваг у природному середовищі може допомогти заснути швидше та спати краще.

4. Підтримка здорового серця і легень. Рух на свіжому повітрі в парках покращує роботу серця та легень. Це може допомогти в запобіганні серцевих та легеневих захворювань.

Усі ці фактори свідчать про те, як парки відіграють важливу роль у підтримці фізичного здоров'я та добробуту мешканців міста. Вони стають місцями, де люди можуть забути про швидкий темп міського життя, розслабитися та долучити до активного способу життя, що позитивно впливає на загальний стан здоров'я.

Екологічне значення. (Рис.2) Парки відіграють роль оазисів природи в середовищі міста. Вони підтримують різноманітність рослин і тварин,

сприяють збереженню біорізноманіття та допомагають покращити якість повітря та води. Деревя в парках поглинають вуглекислий газ та виділяють кисень, що покращує атмосферу міста[1 с.3]. Багато парків також мають ботанічні сади та охоронні зони, які сприяють науковим дослідженням та освіті.



Рис.2 Екологічне значення парку

Перегляньмо деякі ключові приклади екологічного значення парку:

1. Збереження біорізноманіття. Парки надають природі простір для існування та росту різноманітних видів рослин і тварин. Вони є важливими урочищами для біорізноманіття та допомагають у збереженні видів, які можуть бути під загрозою у забудованих міських областях[1 с.3].

2. Очищення повітря і води. Деревя та рослини в парках відіграють роль природних фільтрів, очищаючи повітря від шкідливих речовин, таких як вуглекислий газ та інші забруднюючі речовини[5]. Коріння рослин також сприяє покращенню якості ґрунту та води у парку.

3. Зменшення ефекту островів спеки. Парки сприяють зменшенню температур у місті через фотосинтез рослин і вологість ґрунту[5]. Це допомагає у боротьбі з ефектом острова спеки, коли міські райони стають надмірно нагрітими під впливом сонця та асфальту.

4. Захист від природних лих. Парки можуть відігравати роль природних бар'єрів у разі природних лих, таких як повені чи зсуви ґрунту. Вони можуть затримувати воду та зменшувати ризик повеней, а також зберігати та утримувати ґрунт, запобігаючи ерозії.

5. Навчання та дослідження. Деякі парки включають в себе ботанічні сади та наукові дослідницькі центри, де проводяться наукові дослідження і навчальні програми з екології та біології[7 с.5]. Це сприяє освіті та популяризації знань про природу.

Дані аспекти екологічного значення парку роблять їх необхідною складовою міського ландшафту для збереження природи та створення екологічно стійкого міського середовища. Парки не лише прикрашають міста, але й виконують важливу роль у підтримці природної рівноваги та здоров'я міського оточення.

Соціокультурний аспект. (Рис.3) Парки сприяють соціальній інтеракції та культурному розвитку в містах. Вони стають місцями для організації свят, фестивалів, концертів та інших суспільних заходів. Парки створюють середовище для спільної активності, сприяють підтримці спільностей та сприяють розвитку культурних цінностей. Важливою частиною їхнього соціокультурного значення є можливість доступу до природи і культурних подій для всіх верств суспільства, що сприяє інклюзивності та різноманітності[4].



Рис.3 Соціокультурний аспект парку

Нижче детальніше наведено ключові приклади соціокультурного аспекту парку:

1. Місця для соціальних зустрічей і спілкування. Парки створюють навколишнє середовище для соціальних зустрічей та спілкування між мешканцями міста[4]. Вони надають простір для родинних пікніків, дружніх зустрічей та інших соціальних активностей, що сприяють сплоченості спільноти.

2. Соціокультурні заходи. Багато парків організовують культурні та розважальні заходи, такі як концерти, фестивалі, театральні вистави та мистецькі виставки. Це допомагає підтримувати життя культурної сцени міста та надає мешканцям можливість отримувати культурний досвід.

3. Сприяння інклюзивності. Парки зазвичай є відкритими для всіх верств суспільства та різних вікових груп. Вони створюють доступні умови для осіб з

різними потребами та можливостями. Це сприяє інклюзивності та різноманітності в міському оточенні.

4. Підтримка спільностей. Парки часто стають центрами для розвитку різних спільнот та груп інтересів. Люди об'єднуються, щоб проводити час разом, розвивати проекти та спільні ініціативи.

5. Культурна спадщина та історія. Деякі парки можуть мати історичне значення або бути пов'язаними з культурною спадщиною міста. Вони стають місцями, де можна вивчати історію та культуру та відчувати зв'язок із минулим.

Наведені аспекти соціокультурного значення парку роблять їхню роль у міському житті надзвичайно важливою. Парки об'єднують людей, створюють позитивний соціокультурний контекст та сприяють розвитку спільнот та культурної спадщини міста.

Економічний внесок. (Рис.4) Парки можуть мати економічний внесок у життя міста. Вони приваблюють туристів та споживачів послуг, що стимулює розвиток місцевого бізнесу та створює робочі місця[4]. Підвищення вартості нерухомості в прилеглих районах може призвести до збільшення податкових надходжень для міського бюджету. У цьому контексті парки стають джерелом економічного розвитку міста.



Рис.4 Економічний внесок

Ось деякі ключові фактори економічного значення парку:

1. Туризм і гостинності. Парки часто привертають туристів та відвідувачів, які приїжджають на відпочинок або насолодитися природою. Це стимулює туристичну індустрію міста, включаючи готельний бізнес, ресторани, магазини та інші послуги.

2. Збільшення вартості нерухомості. Прилегли до парку райони зазвичай стають більш привабливими для мешканців і інвесторів. Внаслідок цього вартість нерухомості може зростати, що призводить до збільшення податкових надходжень для міського бюджету.

3. Робочі місця і підприємництво. Парки можуть створювати робочі місця в сферах, пов'язаних з їх обслуговуванням та управлінням. Це може включати в себе роботу паркових служб, туристичних агентств, виробництво подарунків та інше підприємництво.

4. Зелене планування та стале будівництво. Парки можуть стимулювати зелене планування та стале будівництво в містах. Інвестиції в інфраструктуру парків, такі як велосипедні доріжки, дитячі майданчики та зони для відпочинку, можуть підтримувати розвиток зелених технологій та приваблювати екологічно свідомих інвесторів[8 с.415].

5. Підвищення споживчої активності. Парки приваблюють людей, які витрачають гроші на різні види розваг, такі як пікніки, спортивні заходи, велосипеди та інше. Це може стимулювати роботу місцевих підприємств і підвищувати попит на товари та послуги.

Дані аспекти економічного значення парку свідчать про те, як парки можуть бути каталізаторами для економічного зростання міста та сприяти створенню нових можливостей для бізнесу та розвитку господарства.

Психологічне благополуччя. (Рис.5) Психологічне благополуччя, що виникає завдяки паркам у житті міста, має велике значення для психічного стану та емоційного комфорту мешканців. Парки надають людям можливість відпочити, розслабитися та покращити свій психічний стан, сприяючи позитивним емоціям та психологічній гармонії[4].



Рис.5 Психологічне благополуччя

Ось деякі ключові фактори психологічного значення парку:

1. Стресозахисний ефект. Проведення часу в природному середовищі парку допомагає знизити рівень стресу та тривожності[4]. Шум природи, пісні птахів та спокійний ландшафт можуть мати релаксуючий ефект на психіку людини.

2. Покращення настрою. Парки сприяють покращенню настрою та збільшенню позитивних емоцій. Вони надають можливість відпочити від міського гомону та скупченості, і завдяки цьому можуть зменшити відчуття суму та роздратування.

3. Підтримка психічного здоров'я. Парки можуть бути корисні для підтримки психічного здоров'я та допомагати у запобіганні депресії та інших психічних розладів. Природні пейзажі та фізична активність сприяють вивільненню ендорфінів, які покращують настрій.

4. Підтримка для відновлення після стресу чи травми. Парки можуть бути важливими для людей, які пережили стресові ситуації чи травму. Природне середовище парку може надати спокій та підтримку для процесу відновлення та зцілення.

5. Підтримка креативності та рефлексії: Парки надають можливість для рефлексії та контемплляції. Вони можуть стати натхненням для творчих думок і сприяти розвитку креативності.

Користь від відвідування парку свідчить про важливе психологічне значення парку для мешканців міста. Він надає можливість відчути гармонію та психологічний комфорт у міському оточенні, що є надзвичайно важливим для загального благополуччя та якості життя.

Висновок. Значення парку в житті міста надзвичайно велике та многогранне. Вони сприяють фізичному та психічному здоров'ю мешканців, допомагають зберегти природу, сприяють соціокультурному розвитку та мають економічний внесок. Тому дбайливе ставлення до парків та їхнє збереження є важливим завданням для міст та їхніх лідерів.

Список використаних джерел

1. Попович С.Ю., Корінько О.М., Клименко Ю.О. Заповідне паркознавство: навчальний посібник Тернопіль: 2011. 3 с.

2. Медведєва М. О. Міжнародні Парки. Українська дипломатична енциклопедія: ред. Л. В. Губерський: Знання України, 2004. С. 812.

3. Кузнецов С.І., Багацька О.М. Паркознавство: навч. посіб. „Компринт”: НУБІП, 2011. С156.

4. Алерів М. Чому парки мають значення як наші парки впливають на життя міста. *Нові Санжари*. 2021

5. Клиничук В., Майстренко О. Озеленення міст. *Українська молодь*. 2017

6. Бражник Ю., Життя та народження парку. *Інтернет-видання Полтавщина*. 2021

7. Журнал. *Місто. Поліс*. 2004 С. 5-8.

8. Клименко Ю.О, Кузнецов С.І. Загальне паркознавство. Історичні, біолого-екологічні, ландшафтно-лісівничі підходи та методи: ЦП «Компринт», 2015 С. 415.

Інна ТИНЬКО¹³,
студентка магістратури,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВІТРЯ М. ВІННИЦЯ МЕТОДОМ БІОІНДИКАЦІЇ

Анотація. Серед видового різноманіття дерев Ботанічного саду «Поділля» Вінницького національного аграрного університету основними видами, які зустрічаються в межах усього саду є клен звичайний, ясен звичайний, липа дрібнолиста, акація біла, граб звичайний, дуб звичайний, жимолость татарська. Різноманіття можливого прояву біоіндикаційних реакцій рослин Ботанічного саду на атмосферне забруднення може проявлятися у вигляді хлорозів, некрозів, плямистостей, скручування листя, їх передчасного пожовтіння і опадання, засихання гілок, розвитку шкідників і хвороб. Серед такого різноманіття біоіндикаційного прояву, одними з найбільш інформативних є прояв хлорозу і некрозу. При спостереженні за дерев'янистими рослинами Ботанічного саду «Поділля» для виявлення біоіндикаційних реакцій листя на забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту доцільно використовувати жимолость татарську для виявлення некрозу; акацію білу та в меншій мірі граб звичайний – для виявлення хлорозу.

Ключові слова. біоіндикація, дерева, забруднення, довкілля.

Annotation. Among the species diversity of the trees of the "Podillia" Botanical Garden of the Vinnytsia National Agrarian University, the main species found throughout the garden are common maple, common ash, small-leaved linden, white acacia, common hornbeam, common oak, Tatar honeysuckle. The variety of possible manifestations of bioindicative reactions of plants of the Botanical Garden to atmospheric pollution can be manifested in the form of chlorosis, necrosis, spots, twisting of leaves, their premature yellowing and falling, drying of branches, development of pests and diseases. Among such a variety of bioindicative manifestations, one of the most informative is the manifestation of chlorosis and necrosis. When observing the woody plants of the "Podillia" Botanical Garden to detect bioindicative reactions of leaves to atmospheric air pollution by vehicle emissions, it is advisable to use Tatar honeysuckle to detect necrosis; white acacia and, to a lesser extent, common hornbeam - to detect chlorosis.

Key words. bioindication, trees, pollution, environment.

Вступ. В умовах невизначеності екологічного стану навколишнього середовища, одночасного негативного впливу сукупності атмосферних

¹³Науковий керівник – доктор с.-г. наук, професор, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища Олександр ТКАЧУК.

антропогенних забруднювачів атмосферного повітря не завжди вдається точно встановити стан навколишнього середовища за допомогою інструментальних методів дослідження.

Більш інформативним методом, що доповнює сучасні технічні засоби вимірювання параметрів навколишнього середовища є методи біоіндикації та біомоніторингу. Ці методи ґрунтуються на спостереженні за станом живих організмів, переважно рослин, які своїми зовнішніми проявами можуть вказувати на наявність забруднень у довкіллі [1].

Широкого поширення методи біоіндикації набули в умовах урбоєкосистем, де вони можуть бути використані у якості систем оперативного моніторингу забруднення атмосферного повітря. Такі методи передбачають спостереження за реакцією міських рослин на наявність забрудників. Рослинність міст в межах алей, парків, садів, бульварів, квітників, клумб та інших насаджень постійно зазнає антропогенного навантаження, тому спостереження за нею може дати досліднику багато інформації [2].

У місті Вінниця основним джерелом забруднення атмосферного повітря є автомобільний транспорт. Рівень забруднення повітря залежить від інтенсивності руху автотранспорту, а також залежно від існуючої у місті мережі автодоріг та вулиць. Стаціонарна мережа пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря у місті Вінниця контролює його стан лише у межах вулиць Київської та Немирівське шосе. На інших ділянках рівень забруднення довкілля часто є невідомим. Але розгалужена система зелених насаджень міста може бути використана для отримання додаткової інформації про екологічний стан повітря у різних частинах міста Вінниці. Одним із великих зелених зон міста є Ботанічний сад «Поділля» Вінницького національного аграрного університету, що знаходиться між вулицями Пирогова та Гніванське шосе. Саме спостереження за зеленими насадженнями Ботанічного саду можна встановити орієнтовний рівень забруднення автотранспортом повітря та визначити види рослин, які більш чутливо реагують на атмосферні забрудники [3].

Мета. використовуючи методи біоіндикації та біомоніторингу визначити ступінь забруднення атмосферного повітря та підібрати найбільш чутливі види рослин для цих спостережень в умовах Ботанічного саду «Поділля» Вінницького національного аграрного університету.

Матеріали і методи досліджень. Польові спостереження проводили у 2022 рр. у Ботанічному саду «Поділля» Вінницького національного аграрного університету. Було оглянуто близько 70 дерев основних видів, які росли на різній віддалі від основного джерела забруднення – автодоріг з інтенсивним рухом, що прилягають до Ботанічного саду «Поділля»: вулиці Пирогова та вулиці Гніванське шосе.

Спостереження проводилися календарно в кінці серпня, способом закладання перпендикулярних трансект до полотна автодоріг. Трансекти розділяли на ділянки: перша – до 100 м до полотна автодоріг; друга – на віддалі 100-300 м від полотна автодоріг; третя – на віддалі 300-500 м від

полотна автодоріг.

У межах закладених трансект на їх загальній довжині в межах 500 м визначали основний породний склад дерев, кущів та чагарників, які рівномірно присутні в межах усієї довжини. При проведенні основних досліджень застосовували методи реєструвальної біоіндикації, тобто реєстрували обсяги поширення лишайників на стовбурах дерев, а також некрозу і хлорозу – на листі дерев. У межах стовбурів дерев визначали площу, яка покрита лишайниками, а на листі візуально визначали частку ураженої поверхні некрозом і хлорозом [9].

На основі отриманої інформації під час проведення реєструвальної біоіндикації визначали види дерев, які доцільно використовувати для виявлення атмосферного забруднення, зумовленого викидами автотранспорту.

Виклад основного матеріалу. Видовий склад дерево-чагарникової рослинності Ботанічного саду «Поділля» представлений кленом звичайним, ясенем звичайним, липою дрібнолистою, акацією білою, грабом звичайним, дубом звичайним, жимолостю татарською та іншими видами.

Найхарактернішою ознакою біоіндикаційного прояву реакцій дерев на атмосферне забруднення, зумовлене викидами автотранспорту, є прояв на листі рослин хлорозу та некрозу. Некроз являє собою передчасну загибель і руйнування та відмирання клітин листків під впливом чинників атмосферного забруднення. Некроз на листі був виявлений у рослин жимолості татарської на 11% листя, клена звичайного – на 22,6% листя, ясеню звичайного – на 16,8% листя (табл. 1).

Площа поверхні некрозу на листках дерев складала у рослин жимолості татарської – 18%, клена звичайного – 48%, ясеню звичайного – 8%.

Нашими дослідженнями встановлено, що найбільша частка некрозу на листі насаджень жимолості татарської проявлялася у дерев, що росли на віддалі до 100 м до полотна дороги вулиць Пирогова та Гніванське шосе, середня частка прояву некрозу на листі дерев жимолості татарської спостерігалась на віддалі понад 100 м – до 300 м і найменше некрозу на листі було виявлено на деревах, що росли на віддалі понад 300 м від зазначених доріг. Тому викиди автотранспорту найбільш чітко проявляються на листі жимолості татарської у вигляді некрозу.

Найбільший прояв некрозу на листі дерев клену звичайного був також виявлений на екземплярах, що примикали до зазначених автодоріг на відстані до 100 м, проте загальна тенденція динаміки прояву некрозу на листі клену за різної відстані від автодоріг не така чітка, як при спостереженні за жимолостю татарською.

На листі дерев ясеню звичайного не виявлено чітких відмінностей прояву некрозу у дерев, що росли на різній відстані від автодоріг, тому рослини ясеню звичайного не доцільно використовувати як біоіндикатори для виявлення атмосферного забруднення внаслідок викидів автотранспорту.

Прояв хлорозу зумовлений недостатнім виробленням хлорофілу в рослинах. Проявляється хлороз при припиненні та сповільненні процесу

фотосинтезу рослин, відсутності окремих поживних речовин у ґрунті, а також при потраплянні на листя деяких видів атмосферних токсикантів.

Таблиця 1

Прояв некрозу та хлорозу на листі лісових насаджень Ботанічного саду «Поділля»

Показник	Вид деревочагарникової рослинності	Частка, %
Видовий склад лісових насаджень Ботанічного саду	Клен звичайний, ясен звичайний, липа дрібнолиста, акація біла, граб звичайний, дуб звичайний, жимолость татарська	-
Поширення некрозу на листі, % листя	Жимолость татарська	11,0
	Клен звичайний	22,6
	Ясен звичайний	16,8
Частка некрозу на листку, % поверхні листка	Жимолость татарська	15,3
	Клен звичайний	38,1
	Ясен звичайний	12,8
Поширення хлорозу на листі, % листя	Акація біла	96,7
	Граб звичайний	83,3
	Клен звичайний	47,8
	Ясен звичайний	49,3
Частка хлорозу на листку, % поверхні листка	Акація біла	23,3
	Граб звичайний	23,3
	Клен звичайний	15,8
	Ясен звичайний	15,8

Хлороз дерево-чагарникової рослинності насаджень Ботанічного саду «Поділля» був поширений на 96,7% листя акації білої, 83,3% листя грабу звичайного, 47,8% листя клену звичайного та 49,3% листя ясену звичайного.

Частка ураження хлорозом листя акації білої та грабу звичайного становила по 23,3%, клену звичайного та ясену звичайного – по 15,8% площі листка.

Чіткими біоіндикаторами атмосферного забруднення внаслідок викидів автотранспорту за проявом хлорозу на листі можуть бути акація біла, граб звичайний, клен звичайний та ясен звичайний. Масовий хлороз листя акації білої був виявлений на найближчій відстані до автодоріг вул. Пирогова та Гніванське шосе. Рівномірний прояв хлорозу на листі ясену звичайного та клену звичайного спостерігався незалежно від відстані цих дерев до полотна досліджуваних автодоріг. Тому ясен звичайний та клен звичайний не доцільно використовувати у якості біоіндикаторів наявності атмосферного забруднення повітря внаслідок викидів автотранспорту, а використовувати для цих цілей акацію білу.

Висновки. Серед видового різноманіття дерев Ботанічного саду «Поділля» Вінницького національного аграрного університету основними видами, які зустрічаються в межах усього саду є клен звичайний, ясен

звичайний, липа дрібнолиста, акація біла, граб звичайний, дуб звичайний, жимолость татарська. Різноманіття можливого прояву біоіндикаційних реакцій рослин Ботанічного саду на атмосферне забруднення може проявлятися у вигляді хлорозів, некрозів, плямистостей, скручування листя, їх передчасного пожовтіння і опадання, засихання гілок, розвитку шкідників і хвороб. Серед такого різноманіття біоіндикаційного прояву, одними з найбільш інформативних є прояв хлорозу і некрозу. При спостереженні за дерев'янистими рослинами Ботанічного саду «Поділля» для виявлення біоіндикаційних реакцій листя на забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту доцільно використовувати жимолость татарську для виявлення некрозу; акацію білу та в меншій мірі граб звичайний – для виявлення хлорозу.

Список використаних джерел

1. Ткачук О.П. Передумови переходу землеробства в Україні на еколого-збалансовані принципи. *Екологічні науки*. 2022. № 5 (44). С. 144-149. DOI: 10.32846/2306-9716/2022.есо.5-44.21
2. Ткачук О.П., Вітер Н.Г. Біологічні аспекти функціонування полезахисних лісосмуг в умовах зміни клімату. *Збалансоване природокористування*. 2022. № 1. С. 101-107. DOI: 10.33730/2310-4678.1.2022.255218
3. Ткачук О.П., Вітер Н.Г. Екологічні проблеми функціонування полезахисних лісосмуг в умовах зміни клімату. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2022. № 2 (96). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/download/16044/14408>

Олександр САНДУЛЯК¹⁴,
студент 4-го курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ГІДРОХІМІЧНА ОЦІНКА ВОДИ РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ В МЕЖАХ СЕЛА КОЛЮХІВ ТИВРІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

Анотація. Проведено комплексну екологічну оцінку зміни гідрохімічного складу річки Південний Буг в межах села Колюхів Тиврівської ТГ. Встановлено, що вплив господарсько-побутової діяльності села Колюхів на забруднення річки Південний Буг в його межах визначається надходженням азотистих речовин, що призводять до зростання концентрації амонійного азоту, нітритів і нітратів. Джерелом надходження азоту до води річки є злив поверхневого

¹⁴Наук. керівник: к. с.-г. н., ст. викладач кафедри екології та ОНС ВНАУ, Оксана Врадій.

стоку та розвиток ерозійних процесів ґрунту з прилеглих берегових ліній, які використовуються для присадибного господарства і ведення городництва.

Annotation. *A comprehensive ecological assessment of changes in the hydrochemical composition of the Southern Bug River within the village of Kolyukhiv of the Tyvriv LC was carried out. It was established that the influence of the economic and household activities of the village of Kolyukhiv on the pollution of the South Bug River within its borders is determined by the influx of nitrogenous substances, which lead to an increase in the concentration of ammonium nitrogen, nitrites and nitrates. The source of nitrogen input to the river water is surface runoff washing and the development of soil erosion processes from the adjacent shorelines, which are used for homestead farming and gardening.*

Вступ. Гідрографія Вінницької області представлена густою сіткою річок, озерами, ставками, болотами і підземними водами. Річки області належать до басейнів Південного Бугу, Дністра і Дніпра (р. Рось). Вони мають переважно снігове й дощове живлення і належать до типу рівнинних. Густота річкової сітки в області становить 0,14-0,21 км на 1 кв. км (враховуючи річки, довжиною менші 10 км). Долини річок мають ширину від 1 до 2 км. Висота схилів долин досягає 180 м. Ці схили помірно круті, але зрідка зустрічаються і стрімкі. В заплавах річок здебільшого є луки або чагарники, іноді – болота. Село Колюхів майже навпіл розділене річкою Південний Буг. Поруч із селом знаходяться два ставки, що мають пряме відношення до річки Південний Буг [3].

Довжина річки Південний Буг в межах села Колюхів становить 10 км, площа басейну – 211 км². Долина річки V-подібна, із розчленованими схилами. У верхів'ї долина річки вузька. Заплава двостороння, шириною від 30-40 до 100-200 м. Річище слабозвивисте, розгалужене, у верхів'ї порожисте, в нижній течії утворює острови. Ширина річки становить від 1-10 до 40 м, глибина – 0,4-0,8 м, максимальна – 2,2 м. Похил річки – 14 м/км. Швидкість течії – 1,4 м/с [4].

Виклад основного матеріалу. Оцінку гідрохімічних показників річки Південний Буг в селі Колюхів проводили у двох місцях відбору проб води: за 1 км вище по течії в зоні лісових насаджень (фон), що дозволяє встановити фоновий рівень гідрохімічних показників води річки; через 1 км нижче по течії в зоні інтенсивного ведення господарювання, присадибні ділянки, що дозволяє визначити величину антропогенного впливу господарсько-побутової діяльності [2]. Перше місце відбору проб води річки Південний Буг в межах села Колюхів дозволяє встановити фоновий рівень показників якості води річки. Друге місце відбору проб води показує результати господарсько-побутового впливу населення села на стан річки. Результати лабораторних досліджень представлені у таблицях 1 та 2.

У відібраній пробі води з річки Південний Буг в межах села Колюхів за 1 км вище по течії в зоні лісових насаджень водневий показник рН становив 7,8 при оптимальному значенні 6,5-8,5 рН. Таким чином реакція води є благополучною для гідробіонтів.

Таблиця 1**Гідрохімічний склад води річки Південний Буг в зоні лісових насаджень (фон)**

Гідрохімічний показник	Одиниця виміру	Фактичний вміст	Граничнодопустима концентрація
Водневий показник рН	одиниць рН	7,8	6,5-8,5
Амонійний азот	мг/л	0,3	0,5
Нітрити	мг/л	2,7	3,3
Нітрати	мг/л	39,6	45,0
Кальцій	мг/л	86,0	180
Хлориди	мг/л	147,4	350
Загальна твердість (жорсткість)	мг-екв./л	2,9	-
Мінералізація (сухий залишок)	мг/л	71,0	-

Вміст амонійного азоту становив 0,3 мг/л при величині ГДК 0,5 мг/л, що є безпечним рівнем та нижчим за ГДК у 1,1 раз. Концентрація нітритів у воді річки Південний Буг в межах села Колюхів за 1 км вище по течії в зоні лісових насаджень склала 2,7 мг/л при граничнодопустимій концентрації 3,3 мг/л, що є нижчим за ГДК у 1,2 раз та є безпечним. Вміст нітратів у воді склав 39,6 мг/л при ГДК 45,0 мг/л, що є нижчим у 1,1 раз та відповідно безпечним. Також не спостерігалось перевищення у воді річки Південний Буг в межах села Колюхів вмісту кальцію – 86,0 мг/л при ГДК 180 мг/л та хлоридів – 147,4 мг/л при ГДК 350 мг/л. Таким чином вміст кальцію і хлоридів був нижчим за ГДК у 2,1 та 2,4 раз відповідно.

Загальна твердість води становила 2,9 мг-екв./л, а мінералізація – 71,0 мг/л. Проте ці показники не нормуються і не впливають на екологічний стан води в річці. Отже, вміст усіх досліджуваних забруднювачів у воді річки Південний Буг в межах села Колюхів за 1 км вище по течії в зоні лісових насаджень був нижчим за граничнодопустимі концентрації там забруднень не виявлено.

Таблиця 2**Гідрохімічний склад води річки Південний Буг в зоні в зоні інтенсивного ведення господарювання**

Гідрохімічний показник	Одиниця виміру	Фактичний вміст	Граничнодопустима концентрація
Водневий показник рН	одиниць рН	8,4	6,5-8,5
Амонійний азот	мг/л	0,8	0,5
Нітрити	мг/л	3,7	3,3
Нітрати	мг/л	69,3	45,0
Кальцій	мг/л	96,6	180
Хлориди	мг/л	164,2	350
Загальна твердість (жорсткість)	мг-екв./л	3,9	-
Мінералізація (сухий залишок)	мг/л	74,4	-

У відібраній пробі води з річки Південний Буг в межах села Колюхів за 1 км нижче по течії в зоні інтенсивного ведення господарювання, присадибні ділянки вона зазнала органічного забруднення та мала набагато вищі показники, ніж в зоні лісових насаджень. Зокрема водневий показник рН склав 8,4 при нормі 6,5-8,5 рН та був у межах норми (табл. 2).

Вміст амонійного азоту становив 0,8 мг/л і був вищим за граничнодопустиму концентрацію у 1,6 раз. Концентрація нітритів становила 3,7 мг/л і була вища за ГДК у 1,1 раз. Концентрація нітратів у воді річки Південний Буг становила 69,3 мг/л, була вища за граничнодопустиму концентрацію у 1,5 раз. Вміст кальцію у воді склав 96,6 мг/л, що є нижчим за ГДК у 1,9 раз. Те ж саме стосується хлоридів: 164,2 мг/л – нижче ГДК у 2,1 раз

Порівняння показників якості води річки Південний Буг фоновий та в зоні забруднення показало, що зріс вміст амонійного азоту на 37,5% – з 0,3 мг/л до 0,8 мг/л та перевищив граничнодопустиму концентрацію (рис. 1.)

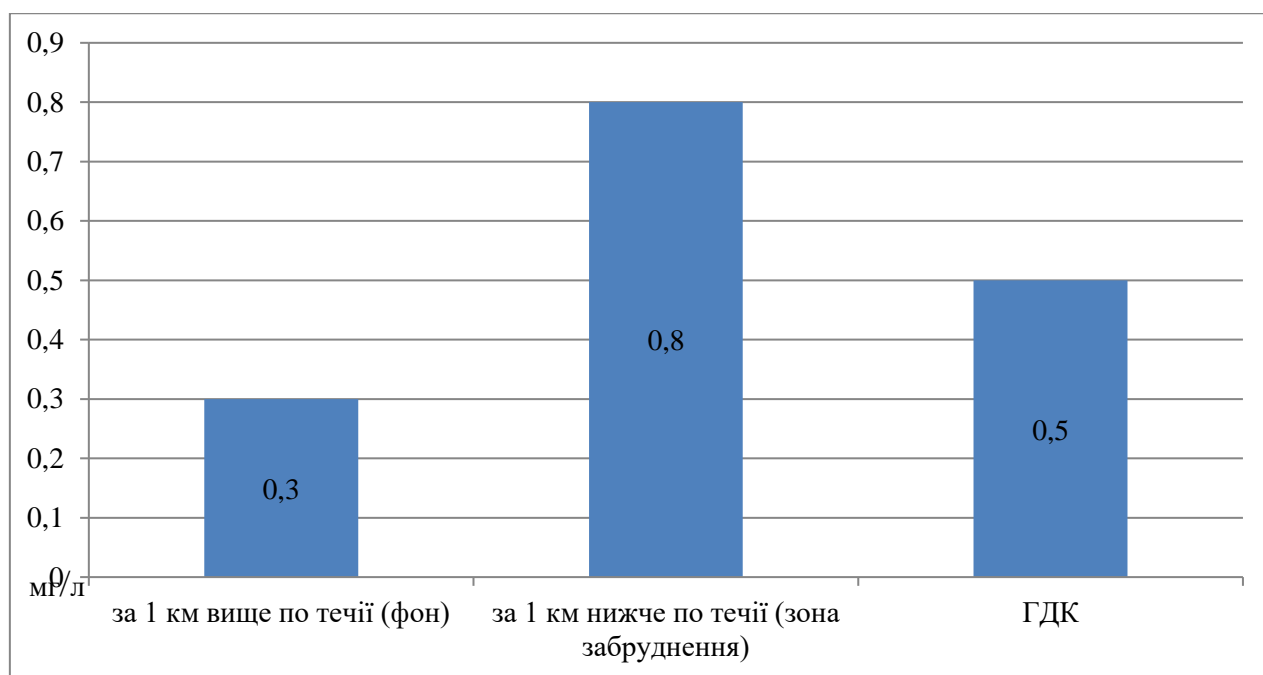


Рис. 1 Динаміка концентрації амонійного азоту у воді річки Південний Буг в межах села Колюхів

Вміст нітритів також зріс на протязі течії з 1 км вище по течії в зоні лісових насаджень до 1 км нижче по течії в зоні забруднення на 72,9% – з 2,7 мг/л до 3,7 мг/л та перевищував граничнодопустиму концентрацію (рис. 2).

Концентрація нітратів за вказаний проміжок течії річки зросла: з 39,6 мг/л до 69,3 мг/л – на 57,1% та перевищувала ГДК (рис. 3). В той же час концентрації кальцію, хлоридів, загальна твердість та мінералізація змінилися не суттєво: відповідно зросли на 16,8%, 1,0% та 3,4 %, була нижча ГДК та не завдає шкоди.

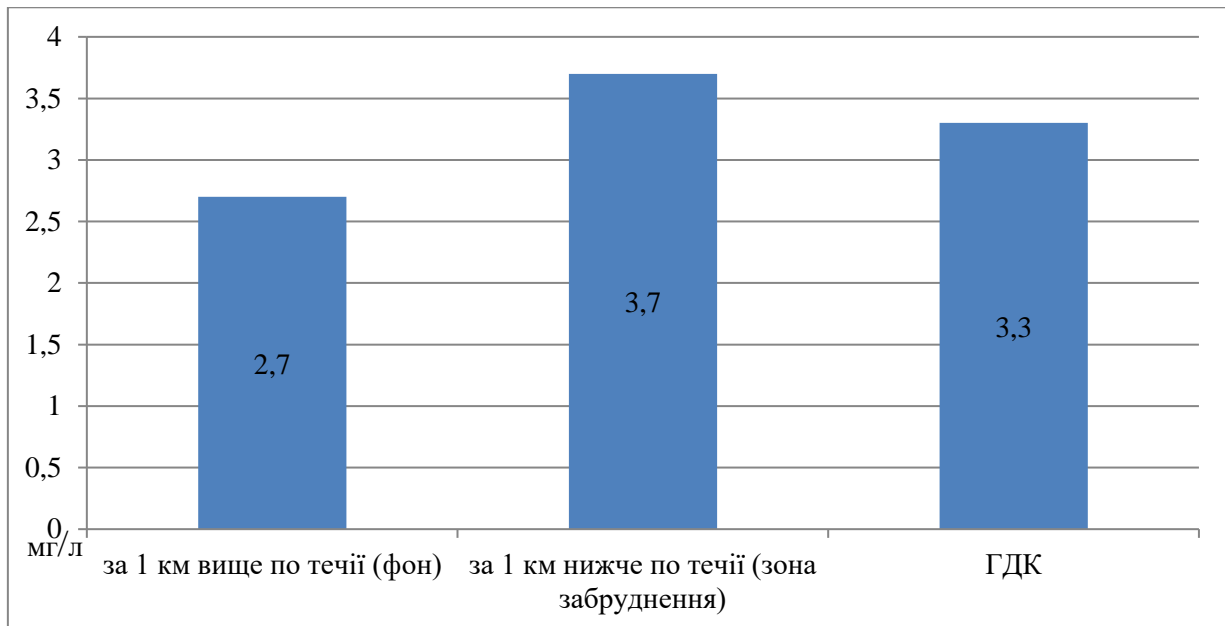


Рис. 2 Динаміка концентрації нітритів у воді річки Південний Буг в межах села Колюхів

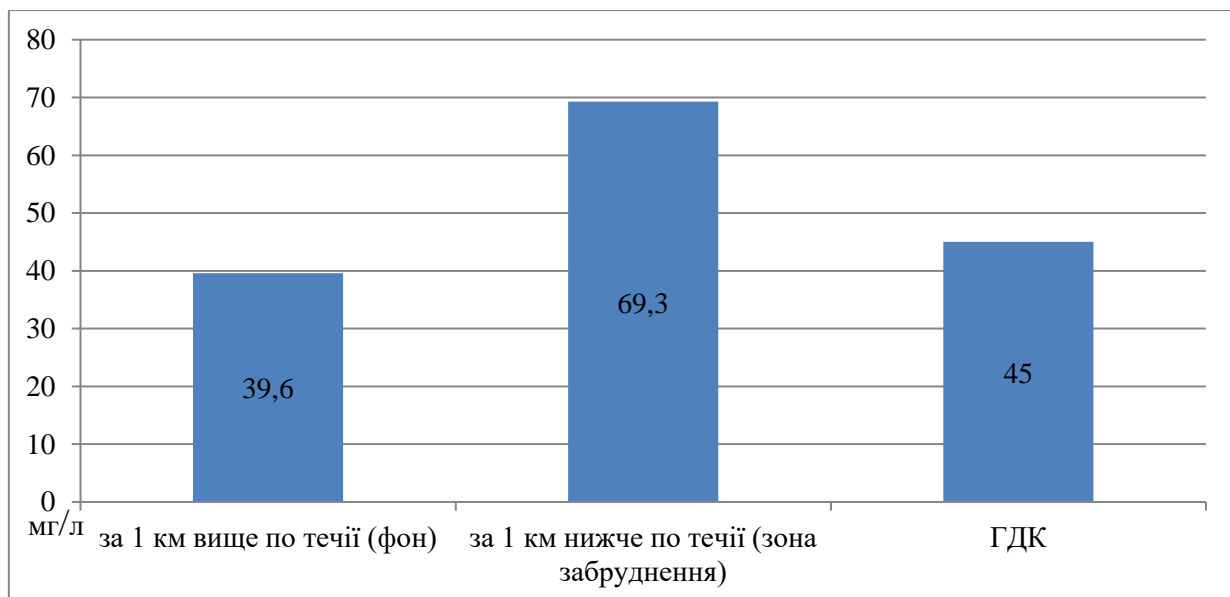


Рис. 3 Динаміка концентрації нітратів у воді річки Південний Буг в межах села Колюхів

Таким чином встановлено, що вплив господарсько-побутової діяльності села Колюхів на забруднення річки Південний Буг в його межах визначається надходженням азотистих речовин, що призводять до зростання концентрації амонійного азоту, нітритів і нітратів. Джерелом надходження азоту до води річки є змив поверхневого стоку та розвиток ерозійних процесів ґрунту з прилеглих берегових ліній, які використовуються для присадибного господарства і ведення городництва.

Основним способом обмеження надходження азотних речовин до річки є дотримання санітарно-захисних зон по периметру річки. Санітарно-захисна зона річки Південний Буг має становити 100 м, а фактично вона становить у

межах села 10 м [1]. Тому основним заходом є розширення санітарно-захисної зони до 100 м та її дотримання. Проектна екологічна ефективність застосування такого заходу показана у таблиці 3.

Таблиця 3

Проектна екологічна ефективність використання природоохоронних заходів для поліпшення екологічного стану води річки Південний Буг в межах села Колюхів

Показник	Величина
Забруднююча речовина, що перевищує граничнодопустимий вміст	азот амонійний
Фактичний вміст, мг/л	0,8
ГДК, мг/л	0,5
Пропонований природоохоронний захід	дотримання розмірів санітарно-охоронної зони 100 м
Проектований вміст забруднюючої речовини, мг/л	0,3
Екологічна ефективність заходу, %	62
Забруднююча речовина, що перевищує граничнодопустимий вміст	нітрити
Фактичний вміст, мг/л	3,7
ГДК, мг/л	3,3
Пропонований природоохоронний захід	дотримання розмірів санітарно-охоронної зони 100 м
Проектований вміст забруднюючої речовини, мг/л	2,7
Екологічна ефективність заходу, %	27
Забруднююча речовина, що перевищує граничнодопустимий вміст	нітрати
Фактичний вміст, мг/л	69,3
ГДК, мг/л	45,0
Пропонований природоохоронний захід	дотримання розмірів санітарно-охоронної зони 100 м
Проектований вміст забруднюючої речовини, мг/л	39,6
Екологічна ефективність заходу, %	48

Висновки. Обчислення показують, що дотримання проєктованих розмірів санітарно-захисної зони вздовж річки Південний Буг у межах села Колюхів дозволять зменшити вміст амонійного азоту у воді річки на 62%, нітратів – на 27%, нітритів – на 48%, що дозволить зменшити рівень забруднення води річки за вказаними показниками нижче ГДК.

Список використаних джерел

1. Щорічники про стан забруднення поверхневих вод суші на території України за даними державної системи спостережень гідрометслужби за 2001-2010 роки. К.: Рукопис.
2. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Мінекобезпеки України. К.: 2008 р.
3. Зварищук Т.Г., Ткачук О.П. Аналіз державної програми з охорони довкілля у Вінницькій області та перспективи її виконання в контексті стратегії сталого розвитку. Збірник наукових праць VIII науково-практичної 32

конференції «Стратегія і тактика збереження довкілля», Вінницький національний аграрний університет, 7 квітня 2014 р. Вінниця. С. 29 – 31.

4. Вітер Н.Г. Аналіз стану води річки Південний Буг. Сільське господарство та лісівництво: зб. наук. пр. ВНАУ, 2017. № 6 Т. 1. С. 158-165.

Катерина КРИМЕЦЬ¹⁵,
студентка 2-го курсу,
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ РОДИНИ MAGNOLIACEAE

Анотація. *Родина Magnoliaceae включає в себе багато видів, що мають велике значення як для природи, так і для людства. Ця стаття розглядає генетичні ресурси родини Magnoliaceae, їхню важливість та можливості використання в озелененні в більших масштабах в Україні.*

Annotation. *The Magnoliaceae family includes many species of great importance to both nature and humanity. This article examines the genetic resources of the Magnoliaceae family, their importance and opportunities for use in landscaping on a larger scale in Ukraine.*

Вступ. Родина Magnoliaceae останнім часом стала об'єктом ряду серйозних наукових досліджень з таксономії і систематики із застосуванням молекулярної біології. Було описано декілька нових видів і немає сумнівів, що будуть описані ще. Магнолії також представляють особливу зацікавленість в еволюційних біологів та біогеографів [6]. Зміна класичних порівняльно-морфологічних методів досліджень на сучасні генетичні методи молекулярної систематики призвела до перегляду філогенетичних взаємозв'язків видів Magnoliaceae Juss. і, відповідно, до змін класифікаційних систем родини [4].

Виклад основного матеріалу. Класична систематика класифікувала рослини переважно на основі опису морфологічних ознак, причому інколи систематикам доводилось працювати лише з гербарними зразками. Такими методами з представниками Magnoliaceae працювали видатні ботаніки свого часу, зокрема Charles Plumier, C. Linnaei, A. P. de Candolle, M. E. Spach та інші. Найбільш визнаною науковою спільнотою класифікацією видів Magnoliaceae кінця 20-го століття вважалась система J. E. Dandy (1927, 1974) [1, 2]. У родині Magnoliaceae Dandy (1927) визнавав 2 підродини: монотипну підродину Liriodendrioideae з одноіменним родом Liriodendron і Magnolioideae, в яку

¹⁵Науковий керівник: кандидат с.-г. наук, ст. викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ ТЕТЯНА Аралова.

зводив роди *Magnolia*, *Manglietia*, *Michelia*, *Talauma*, *Aromadendron*, *Kmeria*, *Pachylarnax*, *Alcimandra*, *Elmerrillia* [1]. Система *Magnoliaceae* Денді поступово зросла до 11 родів – були добавлені роди *Paramichelia* і *Tsoongiodendron*. Найчисельніший рід Магнолія розподілявся на два підроди і 11 секцій (Dandy, 1974) [2].

Нові дані щодо філогенетичних взаємозв'язків між видами *Magnolioideae* потребують адекватного відображення номенклатурно таксономічними засобами. Найбільш визнаний нині підхід до класифікації Магнолієвих запропоновано Figlar і Nooteboom (2004), які у родині *Magnoliaceae* виділяють дві моногенні підродинами *Liriodendroideae* і *Magnolioideae* з одноіменними родами [3]. Новою системою до роду *Magnolia sensu lato* перенесені види всіх інших родів підродинами *Magnolioideae*. Їх чисельність досягла 224–300 видів, на відміну від близько 120 видів *Magnolia sensu stricto* визнаних Dandy (1927, 1974) [1,2]. Figlar і Н. Р. Nooteboom розприділяють види роду *Magnolia s. l.* на три підроди, 12 секцій, 13 підсекцій. Підрід *Magnolia* включає 8 секцій і 7 підсекцій, підрід *Yulania* – 2 секції і 6 підсекцій, підрід *Gynopodium* – 2 секції. До genus *Magnolia* Subgenus *Magnolia* віднесені раніше визнані роди: *Manglietia*, *Talauma*, *Dugandiodendron*, *Kmeria*, *Parakmeria*, *Pachylarnax*, *Woonyoungia*. До Subgenus *Yulania* – *Michelia*, *Paramichelia*, *Tsoongiodendron*, *Alcimandra*, *Elmerrillia*, до підроду *Gynopodium* – *Manglietiaatrum* [3]. Нині питання систематики *Magnoliaceae* залишаються предметом наукової дискусії [4].

Magnoliaceae – одна з найстаріших родин на Землі. Перші представники цієї рослини з'явилися на Землі ще в епоху динозаврів. За словами вчених, магнолієві, до настання льодовикового періоду, були широко поширені і в лісах середньої широти, про це свідчать палеонтологічні знахідки. Родина була широко поширена і охоплювала територію аж до сучасної Арктики в третинний та крейдяний періоди. Як зазначають ботаніки-морфологи, з тих пір ці рослини майже не змінили свій вигляд і спосіб життя, так до наших днів зберігся навіть давній тип будови квітки [5].

Інтродукцію *Magnoliaceae* у Києві розпочато Ботанічним садом ім. акад. О. В. Фоміна у 1905р. Рослини привозили із розсадників Німеччини, Угорщини, коли директорами саду були ще С. Г. Навашин, О. В. Фомін та І. П. Білокінь. Нині створена найбільша в Україні колекція, яка налічує 65 видів, різновидів, гібридів та форм. Колекція використовується для комплексних наукових досліджень, а також, як маточник для розмноження *Magnoliaceae* в Україні та впровадження в ландшафтне садівництво [6].

Цінний генофонд рідкісних гарноквітуючих рослин зростає у експозиціях дендрарію та на ділянці «Сад магнолій». Вони гарно квітують, плодоносять, зимостійкі. Із 18 видів в колекції представлено 5 видів Північноамериканських магнолій: *M. acuminata* L., *M. ashei* Weatherby, *M. tripetala* L., *M. virginiana* L. (напівлистопадний вид) та *M. grandiflora* L. (вічнозелений вид) [6].

Основними осередками інтродукції представників родини *Magnoliaceae* на території Центрально-західної України є ботанічні сади та дендропарки на яких зростають такі види [7]:

Liriodendron tulipiferum L. – представник оліготипного роду *Liriodendron* L. У природі поширений на сході Північної Америки – від Массачусетсу до Вісконсина, Міссурі, Міссісіпі і Флориди, де він росте у складі листяних і мішаних лісів [8]. За ботаніко-географічним районуванням ареал знаходиться в межах Аппалачської провінції, а також провінції Атлантичної низовини Атлантично-Північноамериканської флористичної області. Вид є ендеміком Аппалачської провінції, де зростає на родючих, вологих ґрунтах. На батьківщині у висоту досягає 50 м. На території Центрально-західного регіону відмічено 13 осередків культивування цього виду: Більче-Золотецький парк, ботанічний сад Львівського національного університету ім. І. Франка, ботанічний сад Національного лісотехнічного університету м. Львів, ботанічний сад Подільського державного аграрно-технічного університету м. Кам'янець-Подільський, ботанічний сад Хмельницького національного університету, Гермаківський дендропарк, дендропарк Кременецького лісотехнічного коледжу, Заліщицький дендропарк, Козівський дендропарк «Лісова пісня», Кременецький ботанічний сад, Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія ім. Т. Шевченка (територія розарію), парк ім. Т. Шевченка м. Тернопіль, Хоростківський державний дендрологічний парк (рис. 1-2) [9].



Рис. 1-2 Фото *Liriodendron tulipiferum* L.

Magnolia acuminata L. – ендемік Аппалачської провінції Атлантико-Північноамериканської області [9]. Вид поширений на сході Північної Америки від Південного Онтаріо та Нью-Йорка на південь до Алабами, Міссісіпі і Луїзіани та на схід до Арканзасу і сходу Оклахоми [8]. У США магнолія відома під назвою American Cucumber Tree – американське огіркове дерево. В природі досягає 30 м заввишки. На Центрально-західному регіоні вид зростає у ботанічному саду Львівського національного університету ім. І. Франка та Кременецькому ботанічному саду.

Magnolia cylindrica E.H. Wilson – ендемічний вид Центральнокитайської провінції, Східноазійської флористичної області [9]. Зростає в Аньхое, Фуцзянь, Цзянси і Чжэцзян. В природних умовах росте невеликим деревом до

10 м [8]. Інтродукований на Центрально-західному регіоні у Кременецькому ботанічному саду.

Magnolia kobus DC – ендемічний вид Східноазійської області Японо-Корейської провінції [9]. Рослина, під японською назвою *Kita kobushi* поширена в Центральній і Північній Японії та Кореї в лісах уздовж гірських потоків [8]. Досягає у висоту 20 м. Широко представлена на Центрально-західному регіоні у 5 ботанічних садах (Львівського національного університету ім. Івана Франка, Національного лісотехнічного університету м. Львів, Подільського державного аграрно-технічного університету м. Кам'янець-Подільський, Хмельницького національного університету, Кременецькому ботанічному саду), у дендрарії Шацького лісового коледжу ім. В.В.Сулька, у Раївському парку, у 5 дендропарках (Кременецького лісотехнічного коледжу, Хоростківському державному дендрологічному парку, Гермаківському, Заліщицькому дендропарках, Козівському дендропарку «Лісова пісня»), у інтродукційно-селекційному саду І. Хороша м. Тернопіль, у міських насадженнях, парках, скверах, біля адміністративних будинків, установ, організацій, навчальних 38 закладів, лісництв (м. Кременець, Рівне, Дубно, Тернопіль, смт. Брюховичі). Варто зазначити, що даний вид є найзимостійкішим та доволі посухостійким з усіх інтродукованих магнолій як на Києво-Волоні [7], так і на території України [8]. Тому території його культивування щорічно зростають (рис. 3–5).



Рис. 3-5 Фото *Magnolia kobus* DC.

Magnolia salicifolia (Zieb. et Zucc.) Maxim – ендемік Східноазійської області Японо-Корейської провінції. У дикому вигляді росте в Центральній та Південній Японії на островах Хонсю, Сікоку, Кюсю, Куншу, у горах на висоті 600- 1800 м на вологих западинах уздовж гірських річок [8]. В Японії відома під назвою *Tamu-shiba*. Зростає невеликим деревом або великим кущем до 8 м. На території Центрально-західного регіону вид інтродукований у ботанічному саду Львівського національного університету ім. І. Франка, ботанічному саду Хмельницького національного університету, Кременецькому ботанічному саду [9].

Magnolia sieboldii K. Koch. – ендемік Східноазійської області Японо-Корейської провінції. У природі росте в Японії, Кореї, Манчжурія та східна провінція Китаю. У Японії відома під назвою *Oyamarende*, у Китаї – *Tennyoka*.

Листопадний кущ або невисоке дерево до 6–8м. На Центрально-західному регіоні інтродукована у Кременецькому ботанічному саду [9].

Magnolia stellata (Zieb. et Zucc.) Maxim. – ендемік ендемік Східноазійської області Японо-Корейської провінції . Поширена у гірських лісах південного Хонсю у районі Хоккайдо . У Японії відома під назвою Shide-Kobushi. Кущ до 3 м. На території Центрально-західного регіону інтродукована у ботанічному саду Львівського національного університету ім. І. Франка та Кременецькому ботанічному саду (рис. 6–8) [7, 8].



Рис. 6-8 Фото *Magnolia stellata* (Zieb. et Zucc.) Maxim.

Magnolia tripetala L. – ендемік АтлантикоПівнічноамериканської області Аппалачської провінції. У природних умовах зростає у південно-східній частині Північної Америки від Пенсильванії до Алабами, Арканзасу, Міссісіпі. Відома як *Magnolia umbrella*. Розлоге дерево до 12 м. На ВолиноПоділлі зростає у ботанічному саду Львівського національного університету ім. І. Франка, ботанічному саду Національного лісотехнічного університету м. Львів, ботанічному саду Хмельницького національного університету, Кременецькому ботанічному саду, у інтродукційному саду І. Хороша [7, 8].

Magnolia virginiana L. – ендемік АтлантикоПівнічноамериканської області провінції Атлантичної низовини. Поширена у природних умовах на східному узбережжі Америки від Флориди, Техасу до Пенсильванії, у східному Массачусетсі, у вологих місцях під назвою болотяний лавр. Листопадний або напіввічнозелений кущ чи дерево до 20 м. На Центрально-західному регіоні інтродукована у ботанічному саду Львівського національного університету ім. Івана Франка, Кременецькому ботанічному саду (рис. 9–10) [8, 9].



Рис. 9-10 Фото *Magnolia virginiana* L.

Magnolia wilsonii (Finet et Gagnep.) Rehder. – ендемік Східноазійської області Сикано-Юньнанської провінції. У дикому вигляді зростає у Китаї в густих лісах на висоті 2100–2700 м у Західному Szechwan, південному Sikang. Листопадний кущ або невеличке дерево до 8 м. На Волино-Поділлі інтродукована у ботанічному саду Львівського національного університету ім. Івана Франка [8, 9].

Magnoliaceae – це дерева, рідше кущі. Листки почергові, прості, зимовозелені або опадні. Листова пластинка частіше цілокрая, іноді на верхівці загострена або з виямкою, іноді лопатева. Деякі види мають дуже великі листки – у *Magnolia macrophylla* листки досягають в довжину одного метра. Квітки частіше великі, двостатеві, рідше – одностатеві (у роду *Kmeria*), ентомофільні, частіше одиночні, розташовані на верхівках гілок або в пазухах листків. Розпускаються до, після або одночасно з розпусканням листків [10].

Висновок. Отже, згідно аналізу літературних джерел, встановлено, що в Центральньо-західному регіоні генетичні ресурси родини Magnoliaceae представлені 10 ендемічними видами: 6 видів – ендеміки Східноазійської області та 4 – Атлантико-північноамериканської області. Основними осередками інтродукції родини на досліджуваній території є ботанічні сади м. Львова, м. Кам'янець-Подільського, м. Хмельницького, м. Кременця та дендропарки м. Хоросткова, м. Заліщики, с. Гермаківки, смт. Козової.

Magnoliaceae є чудовими садовими рослинами, які заслуговують ширшого вивчення і використання, ніж зараз – не лише в колекціях ботанічних садів, але й для озеленення вулиць, парків, в приватному садівництві.

Список використаних джерел

1. Dandy, J. E. The Genera of Magnoliaceae. Bulletin of Miscellaneous Information Royal Gardens: 2018, с 257–264.
2. Dandy, J. E. Magnoliaceae taxonomy World Pollen and Spore Flora. Royal Gardens: 1974, с. 3 .
3. Figlar, Richard B., and Hans P. Nooteboom. Notes on Magnoliaceae IV. Blumea-Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants: 2014, с 87–100.
4. Пономаренко, В. О., Л. В. Вегера, та Г. М. Пономаренко. Дискусійні питання молекулярної систематики видів родини Magnoliaceae. Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання): 179 с.
5. Магнолія (Magnolia). URL: <https://prolisok.com.ua/tsikavoznati/magnoliia-magnolia>
6. Палагеча, Р. Інтродукція Північно-Американських видів листопадних магнолій у Ботанічному саду Київського університету та використання їх у ландшафтному мистецтві. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Інтродукція та збереження рослинного різноманіття: 2012, с 34–37.
7. Hordiychuk, Alla, Ludmyla Kubynska, and Svetlana Yevsikova. Інтродукція *Magnolia kobus* DC. та *Magnolia x loebneri* Kache в умовах Кременецького ботанічного саду. Notes in Current Biology 7: 2017, с 4–7.

8. Коршук, Т. П., and Р. М. Палагеча. "Магнолії (Magnolia): монографія. Київ: Вид.-поліграф. центр «Київський університет: 2017, 207 с.

9. Гордійчук, А. В. Ендемічні види родини Magnoliaceae Juss Америки та Східної Азії у колекційному фонді дендрофлори Волино-Поділля. Актуальні проблеми збереження біологічного різноманіття та перспективи розвитку природо-заповідного фонду: 2019, 36 с.

10. Рослини родини Магнолієві. URL: <https://osvita.ua/vnz/reports/biolog/22745/>

Oleksandr KOTRUTSA¹⁶,
1st year full-time master's student,
Vinnytsia National Agrarian University,
Faculty of Agronomy, Horticulture and Plant Protection
Vinnytsia, Ukraine

BALANCED NATURE MANAGEMENT IN THE VINNITSIA REGION

***Анотація.** Загальна земельна територія України становить 60,36 млн.га. Серед усіх земельних угідь найбільшу господарську цінність мають сільськогосподарські угіддя, площа яких становить понад 69,4 % усієї території країни. Сюди включено рілля, багаторічні насадження, залежі і перелogi, сінокоси і пасовища. Частка ріллі і багаторічних насаджень у структурі сільськогосподарських угідь становить 82,1 %. Це занадто високий показник, що в багатьох випадках перевищує оптимальний рівень.*

***Annotation.** The total land area of Ukraine is 60.36 million hectares. Of all the land, agricultural land has the highest economic value, accounting for over 69.4% of the country's total territory. This includes arable land, perennial plantations, fallow land and virgin lands, hayfields and pastures. The share of arable land and perennial plantations in the structure of agricultural land is 82.1%. This is too high and in many cases exceeds the optimal level.*

***Analysis of literary sources.** One of the key aspects of sustainable environmental management is the rational use of land resources. In Vinnytsia region, employment is mainly related to agriculture. At the same time, a significant portion of the region's land resources is used inefficiently or not as intended. This leads to soil degradation, water pollution, and biodiversity disruption [1-3,5].*

Another important aspect is the rational use of forest resources. Despite the fact that Vinnytsia region is one of the provincial regions in Ukraine, its natural resources and ecosystems are very diverse and valuable. Therefore, balanced natural resource management is a crucial task for ensuring sustainable development of the region.

¹⁶Науковий керівник – к. с.-г. наук, ст. викл кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Тетяна Забарна.

According to the analysis of literature by a number of leading scientists, studies conducted in Podillia [1,2,3,4] show that the desired result can be achieved by increasing the share of arable land in agricultural landscapes from 47.8 to 63.2%, or 35 to 45% of arable land, 45 to 58% of grassland and 7 to 10% of field protection forests [5].

Summary of the main material. Sustainable environmental management is one of the most pressing issues in modern ecology and sustainable development. In the context of this topic, it is important to consider the organisation and regulation of human activity in natural ecosystems in order to ensure the conservation and sustainable use of natural resources.

This review will focus on the issue of balanced nature management on the example of Vinnytsia region. This territory is located in the heart of Ukraine and has significant natural potential. However, as in other regions, Vinnytsia region is experiencing degradation of natural ecosystems due to human activity, which leads to an imbalance in the natural environment. One of the key aspects of sustainable environmental management is the rational use of land resources. In Vinnytsia region, employment is mainly related to agriculture. At the same time, a significant portion of the region's land resources is used inefficiently or not as intended. This leads to soil degradation, water pollution and biodiversity disruption.

Another important aspect is the rational use of forest resources. Vinnytsia region has more than 400,000 hectares of forests, which are an important element of the natural environment and provide climate regulation and erosion protection. Despite being one of the most provincial regions in Ukraine, Vinnytsia region has very diverse and valuable natural resources and ecosystems. Therefore, balanced natural resource management is an extremely important task for ensuring sustainable development of the region. The article examines various aspects of environmental management in the region, including the impact of human activity on natural ecosystems, the current state of environmental management and measures to protect them. It was found that agricultural development and other human activities, such as industry and tourism, have a significant impact on the nature and ecosystems of the region.

One of the key conclusions of the article is that sustainable environmental management requires an integrated approach that takes into account economic, social and environmental aspects. This means that decision-making on environmental management should be based on scientific research and include consultations with stakeholders such as NGOs and local residents.

The article also describes a number of measures to protect the region's natural ecosystems, including the creation of nature reserves, forests and other protected areas, as well as the introduction of environmental education and conscious consumption among the local population.

Conclusion. In conclusion to the article on sustainable environmental management in Vinnytsia region, we can summarise that the conservation of natural resources and ecosystems is an important task for the country as a whole. Although humanity is progressing in many areas, human activity still leaves its mark on nature,

especially in agricultural regions where a significant share of the territory is occupied by crops. But with the development of modern technologies and environmental knowledge, it is possible to reduce the impact of human activity on nature. Vinnytsia region is an example of how to implement sustainable environmental management through the introduction of environmentally friendly technologies in the agricultural sector, protection and restoration of natural ecosystems. Overall, sustainable environmental management is a very important topic that requires attention and responsibility from each of us. It is important to understand that our health and well-being depend on the preservation of nature and a balanced approach to its use. Therefore, to achieve this goal, we need to continue to work on improving technologies and methods of sustainable environmental management and implement them.

References

1. Tsytsiura Ya. H. Suchasni problemy system zemlerobstva Vinnychchyny. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. № 3 (27). Sumy, 2014. S. 65-70.
2. Tsytsiura Ya. H., Bronnikova L. F. Monitorynh ekolohichnoi stabilnosti terytorii za kryteriiem ekoloho-stabilizuiuchykh uhid. Ahroekolohichni, sotsialni ta ekonomichni aspekty stvorennia y efektyvnoho funktsionuvannia ekolohichno stabilnykh terytorii. monohrafiia. Za red. P. V. Pysarenka, T.O. Chaiky, O.O. Laslo. Poltava: Vydavnytstvo "Simon", 2016. S. 74-86.
3. Gruntovyi pokryv Vinnychchyny: henezys, sklad, vlastyvosti ta napriamy efektyvnoho vykorystannia: monohrafiia. Ya. H. Tsytsiura, L. F. Bronnikova, L. V. Pelekh. Vinnytsia : TOV «Nilan-LTD», 2017. 452 s.
4. Dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha u Vinnytskii oblasti 2020 r. URL: DOPOVID - Vinnytska oblasna viiskova administratsiia <http://www.vin.gov.ua> (data zvernennia 25.04.2023r.
5. Tsytsiura Ya.H., Polishchuk M.I., Bronnikova L.F. «Hruntoznastvo z onovamy heolohii. Chastyna II. Henezys, klasyfikatsiia ta vlastyvosti hruntiv». Navchalnyi posibnyk. Vinnytsia. TOV «Druk plus». 2020. 676 s.

Ганна КІЩУК¹⁷,
Студентка 4-го курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПрАТ «ДРУЖБА-ВМ» ТУЛЬЧИНСЬКОГО РАЙОНУ

***Анотація.** Екологічна оцінка господарської діяльності є важливою складовою сталого розвитку, оскільки дозволяє передбачити та запобігти негативним екологічним наслідкам господарської діяльності. Аналізуючи господарську діяльність ПрАТ «Дружба-ВМ» Тульчинського району необхідно зазначити, що вона має широкий економічний спектр виробництва сільськогосподарської продукції, що призводить до впливу на стан ґрунтів і довкілля. Це вимагає запровадження природоохоронних заходів.*

***Ключові слова.** господарська діяльність, сільське господарство, рослинництво, тваринництво.*

***Annotation.** Environmental assessment of economic activity is an important component of sustainable development, as it allows predicting and preventing negative environmental consequences of economic activity. Analyzing the economic activity of PrJSC "Druzhba-VM" of the Tulchyn district, it should be noted that it has a wide economic spectrum of agricultural production, which leads to an impact on the condition of the soil and the environment. This requires the introduction of environmental protection measures.*

***Key words.** economic activity, agriculture, crop production, animal husbandry.*

***Вступ.** Приватне акціонерне товариство «Дружба-ВМ» Тульчинського району – це багатогалузеве підприємство, що займається рослинництвом (садівництвом і землеробством), тваринництвом та механізацією. Зареєстровано 2 квітня 1996 року і розташоване в селі Шура-Копіївська Тульчинського району Вінницької області. ПрАТ «Дружба-ВМ» входить до складу підприємства «Вінницясадвинпром».*

***Виклад основного матеріалу.** Рослинництво є його основною галуззю діяльності підприємства. У 2023 році підприємство обробляє 1000 га землі під вирощування пшениці, кукурудзи, соняшника, цукрових буряків, картоплі, овочів і фруктів. Другою за значенням галуззю є тваринництво. У 2023 році підприємство вирощує 1000 голів великої рогатої худоби, 500 свиней, 1000 голів птиці та 500 кролів. Підприємство є важливим економічним центром Тульчинського району [1].*

Рослинницька галузь підприємства побудована на виробництві та продажі зернових, зернобобових та олійних культур, плодів та ягід. Основними видами

¹⁷Науковий керівник – доктор с.-г. наук, професор, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища Олександр ТКАЧУК.

рослинницької продукції є: соняшник, ріпак, плоди (зерняткові, кісточкові), ягоди (сливи, яблука) тощо. У господарстві є сад площею 100 га. У ньому вирощують яблуні, груші, черешні, вишні, сливи, а також виноград. До необоротних біологічних активів рослинництва належать: штучні багаторічні насадження: яблуня, груша, черешня; ягідні насадження: малина, смородина, агрус, суниця, лохина.

Тваринництво засновано на виробництві молока, м'яса, яєць і представлене великою рогатою худобою, кіньми, свиньми, вівцями, кролями, птицею. Ці галузі тісно взаємопов'язані між собою. Рослинництво забезпечує тваринництво кормами, а тваринництво, у свою чергу, виробляє продукти харчування для людей. Механізація дозволяє господарству ефективно виконувати всі необхідні роботи.

Приватне акціонерне товариство «Дружба-ВМ» Тульчинського району має 1000 га орної землі. Ґрунти господарства представлені різними типами. Найбільше поширені чорноземи опідзолені, чорноземи звичайні та сірі лісові. Чорноземи опідзолені займають близько 60% орної землі господарства. Це родючі ґрунти, які характеризуються високим вмістом гумусу. Вони добре забезпечені мінеральними елементами, необхідними для росту рослин. Чорноземи звичайні займають близько 25% орної землі господарства. Це також родючі ґрунти, які характеризуються високим вмістом гумусу. Вони дещо менш родючі, ніж чорноземи опідзолені, але є придатними для вирощування різних сільськогосподарських культур. Сірі лісові ґрунти займають близько 15% орної землі господарства. Це менш родючі ґрунти, ніж чорноземи, але є придатними для вирощування багатьох сільськогосподарських культур [2].

Ґрунти господарства мають хороші агрономічні властивості. Вони забезпечують рослини необхідними поживними речовинами і вологою. Регулярне удобрення органічними і мінеральними добривами сприяє підвищенню їхньої родючості.

Діяльність товариства не має значного впливу на погіршення стану навколишнього середовища, тому екологічні питання, що можуть позначитись на використанні активів відсутні. Для зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на підприємстві постійно проводиться технічний огляд основних засобів.

Приватне акціонерне товариство «Дружба-ВМ» Тульчинського району впроваджує природоохоронні заходи для збереження навколишнього середовища. Підприємство проводить заходи щодо збереження родючості ґрунтів, запобігання ерозії та їх деградації. Для цього застосовуються такі методи: обробіток ґрунтів за науково обґрунтованими системами землеробства; дотримання сівозміни; внесення обґрунтованих норм органічних і мінеральних добрив; запобігання перевипасу худоби; проведення заходів щодо захисту ґрунтів від забруднення.

Підприємство здійснює заходи щодо раціонального використання водних ресурсів та запобігання їх забруднення. Для цього застосовуються такі методи: застосування сучасних технологій зрошення та водопостачання; запровадження

замкнених систем водопостачання; встановлення очисних споруд; контроль за станом водних об'єктів.

Підприємство здійснює заходи щодо зниження викидів шкідливих речовин у повітряне середовище. Для цього застосовуються такі методи: впровадження сучасних технологій виробництва; застосування маловідходних технологій; встановлення очисних споруд; контроль за станом атмосферного повітря.

Підприємство має лісовий фонд площею 100 га. На цих землях проводиться лісовідновлення та лісозахисні заходи. Для цього застосовуються такі методи: створення нових лісових насаджень; проведення санітарної рубки; захист лісів від пожеж і шкідників. Завдяки впровадженню природоохоронних заходів підприємство «Дружба-ВМ» Тульчинського району забезпечує охорону навколишнього середовища та сприяє його збереженню для майбутніх поколінь.

Зазначимо деякі конкретні приклади природоохоронних заходів, що впроваджуються підприємством: у 2023 році підприємство провело закладку нового лісового насадження площею 5 га. Для захисту лісів від пожеж на території підприємства встановлені пожежні спостережні вежі та пожежні резервуари. Для захисту рослин від шкідників підприємство застосовує біологічні методи захисту, такі як використання хижих комах [3].

Підприємство проводить освітньо-просвітницьку роботу серед населення щодо необхідності збереження навколишнього середовища. Для цього проводяться лекції, семінари та інші заходи.

Висновки. Підприємство має намір і надалі впроваджувати природоохоронні заходи та сприяти збереженню навколишнього середовища. Заходи, які впроваджуються підприємством, дозволяють зменшити негативний вплив на довкілля та сприяють сталому розвитку підприємства.

Список використаних джерел

1. ПрАТ Дружба-ВМ Тульчинського району. URL: <http://atdrugba.com.ua/> (дата звернення 24.08.2023).

2. ПрАТ Дружба-ВМ. URL: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjru_fwvveAAxW4LRAlHU8Yc9EQFnoECB8QAQ&url=http%3A%2F%2Fatdrugba.business-guide.com.ua%2F&usg=AOvVaw0K-QZqUG22o2GIQDNCRBPI&opi=89978449 (дата звернення 24.08.2023).

3. ПрАТ Дружба-ВМ. URL: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjru_fwvveAAxW4LRAlHU8Yc9EQFnoECCAQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.ua-region.com.ua%2F00414262&usg=AOvVaw2MQnM5EhBHutCyIGyCkd7r&opi=89978449 (дата звернення 24.08.2023).

Олена КІТ¹⁸,
студентка 4-го курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового-господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТІВ СЕЛИЩА СИТКІВЦІ ДЛЯ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

***Анотація.** Проаналізовано, що виробництво сільськогосподарської продукції залежить від родючості та наявності ґрунту, а ґрунт – це тонкий верхній шар земної поверхні, що являється місцем проживання організмів, бактерій та рослин. Ґрунти відрізняються один від одного наявністю речовин в ньому та гірської породи з якої він утворюється. Показана характеристика та особливості ґрунтово-кліматичних умов розташування селища Ситківці, їх придатність до ведення господарської діяльності та можливі способи покращення їх стану.*

***Annotation.** It was analyzed that the production of agricultural products depends on the fertility and availability of soil, and soil is the thin upper layer of the earth's surface, which is the habitat of organisms, bacteria and plants. Soils differ from each other by the presence of substances in it and the rock from which it is formed. The characteristics and peculiarities of the soil and climatic conditions of the location of the village of Sitkivtsi, their suitability for conducting economic activities and possible ways of improving their condition are shown.*

Вступ. Родючість ґрунту – це його здатність забезпечувати врожай. Родючі землі, ті в яких містяться поживні речовини, адже вони потрібні для розвитку рослин. А завдяки мікро-, макроелементам с.-г. культури краще ростуть і захищені від різного роду хвороб і шкідників.

Існують такі категорії родючості:

– *Природна*, яка утворилася при формуванні ґрунту без антропогенного навантаження.

– *Штучна*, піддається впливу людини: внесення добрив, меліорація, сівозмінна.

– *Потенційна*, запас поживних речовин в доступній, недоступній формах.

– *Ефективна*, дійсна, природна та штучна родючість, визначають обсягом врожаю.

Фактори від яких залежить родючість ґрунту:

- рН землі;
- вміст гумусу;
- способи обробки поля;

¹⁸ Наук. керівник: к. с.-г. н., асистент кафедри екології та ОНС ВНАУ Оксана Врадій.

- ерозія ґрунту (при наявності);
- концентрація поживних речовин.

Якщо речовини містяться в нестачі або в надлишку, то вони шкодять культурам, важливим є баланс факторів. Гумус є основною складовою родючого шару, від нього залежить родючість і впливають фізичні, хімічні, біологічні процеси які в ньому відбуваються. Джерела збільшення рівня гумусу: перегній, сидерати, послід, рослини, які формують ґрунтовий покрив; залишки рослин, тварин [1].

Виклад основного матеріалу. Ситківці – селище у Вінницькій області, Гайсинського району. Входить до Райгородської територіальної громади. Відстань до обласного центру (м. Вінниця) – 69 км, до районного центру (м. Гайсина) – 28 км, м. Немирова – 24 км, до м. Київ – 305 км.

Економічна діяльність територіальної громади складає: 35 підприємств, найбільші з яких – "ТОВ Шанс", "ТОВ Ситковецький елеватор", Фермерське господарство "Райгород" та кар'єр в с. Самчинці. Найпоширеніша спеціалізація – аграрна (вирощування плодово – овочевих культур їх переробка; вирощування, переробка, торгівля зерновими культурами та цукровим буряком; виготовлення молочної продукції) [2].

Клімат селища Ситківці – помірно-континентальний з вологою нестійкою зимою і теплим літом. Термічна температура січня – 5-10⁰С, липня + 20⁰С. Характерні вітри південного і північно-західного напрямку. Дана характеристика свідчить про достатньо сприятливі кліматичні умови для ведення землеробства. Рельєф розміщується в границях Українського Кристалічного щита, в пд.-сх. частині Волино-Подільської височини і сх. схилах Придніпровської височини. Геологічна будова поверхні одноманітна, розчленована річковими долинами, ущелинами та ярами.

Селище лежить в поясі лісостепової зони. Основними породами, що формують ґрунти на цій території є лесові породи, з коричневими відтінками суглинків (кварцовий пісок, змішаний з глиною), карбонатний вапняк, змішаний з невеликою кількістю бурого залізняку, польового шпату і смоли. Переважають темно-сірі опідзолені, сірі та ясно-сірі лісові ґрунти і дерново-підзолисті. Пухкі ґрунти складаються з лесоподібних суглинків і жовто – охристих уламків кристалічних порід. Сприятливі кліматичні умови сприяють різноманітному росту дерев і чагарників, а також трав'яному покриву лісу. Найпоширенішими породами дерев є: дуб, ясен, граб, клен, вишня, в'яз, береза, акація, липа, вільха, сосна, верба, шовковиця, дика яблуня та груша. Чагарники не менш поширені. Площа лісів і насаджень становить 17% [3].

Сірі лісові ґрунти села Ситківці цінні тим, що вони формуються без втручання людини. Існує кілька теорій щодо їхнього походження. Одна з них, полягає в тому, що сірі лісові ґрунти виникли внаслідок погіршення властивостей чорноземів. Інша теорія розглядає їх як самостійний тип, що сформувався в районах широколистяних лісів. Треті вважають, що це покращений тип дерново-сірих або підзолистих ґрунтів. Сірі лісові ґрунти

використовуються під кормові, зернові та плодоовочеві культури. Для підвищення родючості використовують систематичне внесення органічних добрив, підсівання трав і поступове поглиблення верхнього шару ґрунту. Через низьку здатність сірих лісових до накопичення нітратів, добрива з вмістом азоту рекомендується вносити ранньою весною.

Недостатнє внесення органічних добрив знижує вміст гумусу у верхньому шарі сірих лісових ґрунтів села Ситківці. Для оптимізації вмісту гумусу необхідно вносити органічні добрива. Середньорічна норма внесення становить 10 тон на гектар ріллі, використовуючи компост, торф, гній, різного роду органічні добрива: сидерати, соломку та інші органічні речовини. Вапнування нейтралізує надмірну кислотність сірих лісових ґрунтів і покращує постачання поживних речовин до коренів рослин. Вапно мобілізує ґрунтові фосфати, що призводить до захоплення доступного для рослин фосфору; внесення вапна збільшує рухливість молібдену, підвищує мікробіологічну активність, підвищує рівень окислювальних процесів, виробляє більше кальцієвого гумусу, покращує структуру ґрунту і підвищує якість продукції рослинництва. Більшість сірих лісових ґрунтів мають недостатню засвоюваність азоту, фосфору та калію, тому використання мінеральних добрив є потужним фактором підвищення врожайності сільськогосподарських культур села Ситківці.

Висновки. Здійснення заходів щодо запобігання забрудненню ґрунтів важкими металами, пестицидами, промисловими викидами, посилення відповідальності землекористувачів та власників за раціональне використання та охорону земель; підвищення продуктивності сільськогосподарських земель шляхом оптимізації посівних площ та структури сівозмін для підвищення продуктивності сільськогосподарських земель, здійснення державного контролю за проведенням заходів з охорони та відтворення родючості ґрунтів – це все є необхідною умовою проведення моніторингу стану ґрунтів в межах села Ситківці [4].

Список використаних джерел

1. Baritz R., Wiese L., Verbeke I., Wargas R. Voluntary Guidelines for Sustainable Soil Management: Global Action for Healthy Soils. *International Yearbook of Soil Law and Policy*. 2017. P.17–36. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68885-5_3
2. Pozniak S. P., Havrysh N. S. (2019). The role of soils in social development of society. *Ukrainian geographical journal*. 2019. Vol. 2. P. 57–61. <https://doi.org/10.15407/ugz2019.02.057>.
3. Позняк С. П. Чорноземи України: географія, генеза і сучасний стан. *Укр. геогр. журн.* 2016. № 1. С. 9–13. <https://doi.org/10.15407/ugz2016.01.009>
4. Калетнік Г. М., Гончарук І. В., Ємчик Т. В., Лутковська С. М. Аграрна політика та земельні відносини. Вінниця: ВНАУ, 2020. 307 с.

Матвій ВІНОГРАДСЬКИЙ¹⁹,
студент 3-го курсу,
Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ЗАСТОСУВАННЯ БІО ВУГІЛЛЯ НА ҐРУНТ НА КІЛЬКІСТЬ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ І ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ҐРУНТУ РН

Анотація. Біовугілля привертає значну увагу завдяки своєму потенціалу поглинання вуглецю (C), покращенню стану ґрунту, підвищенню родючості, продуктивності та якості врожаю. Велика кількість літератури підтверджує ідею про те, що ґрунт, доповнений біовугіллям, має високий потенціал для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур завдяки супутньому покращенню структури ґрунту, високої ефективності використання поживних речовин (NUE), аерації, пористості та водоутримуючої здатності (WHC), серед інших змін ґрунту. Однак підвищення продуктивності сільськогосподарських культур на ґрунтах, доповнених біовугіллям, найчастіше спостерігається на ґрунтах з грубою структурою та піщаними ґрунтами порівняно з ґрунтами з дрібною текстурою та родючими ґрунтами. Біовугілля має значний вплив на склад та чисельність мікробного співтовариства ґрунту. Негативний вплив ґрунтів, уражених сіллю та важкими металами, на ріст рослин і врожайність, а також на компоненти якості ґрунту, такі як агрегація та стабільність ґрунту, можна зменшити шляхом застосування біовугілля. Крім того, більшість позитивних наслідків застосування біовугілля спостерігалось, коли біовугілля застосовувалося з іншими органічними та неорганічними поправками та добривами. Додавання біовугілля до ґрунту може зменшити вимивання та випаровування азоту (N), а також збільшити NUE. Проте повідомлялося про деякі потенційні негативні впливи біовугілля на мікробну біомасу та активність. Також є докази того, що додавання біовугілля може сорбувати та утримувати пестициди протягом тривалого періоду часу, що може призвести до високого зараження бур'янами та витрат на боротьбу.

Annotation. Biochar has attracted considerable attention for its potential to sequester carbon (C), improve soil health, and increase crop fertility, productivity, and quality. A large body of literature supports the idea that biochar-amended soil has a high potential to increase crop productivity through concomitant improvements in soil structure, high nutrient use efficiency (NUE), aeration, porosity and water holding capacity (WHC), among other changes soil. However, increased crop productivity in biochar-amended soils is most often observed in coarse-textured and sandy soils compared to fine-textured and fertile soils. Biochar has a significant impact on the composition and abundance of the soil microbial community. The

¹⁹Науковий керівник: .к.с.-г.н. доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Ольга Мацера.

negative effects of salt- and heavy-metal-affected soils on plant growth and yield, as well as on soil quality components such as aggregation and soil stability, can be reduced by the application of biochar. In addition, most of the positive effects of biochar application were observed when biochar was applied with other organic and inorganic amendments and fertilizers. Adding biochar to soil can reduce nitrogen (N) leaching and volatilization and increase NUE. However, some potential negative effects of biochar on microbial biomass and activity have been reported. There is also evidence that biochar additions can sorb and retain pesticides for long periods of time, which can lead to high weed infestations and control costs.

Ключові слова. біовугілля; абіотичний стрес; стійке сільське господарство; втрати азоту; продуктивність води; якість ґрунту.

Біовугілля, відоме як обвуглена біомаса або чорний вуглець, є органічним матеріалом, отриманим з різних форм органічної біомаси, як-от деревини, рослинних залишків, тваринного гною, курячого посліду та комунального мулу, шляхом піролізу в широкому діапазоні температур (300–1000 °C) і часткових або анаеробних умовах [1,2]. Крім основного компонента С, біовугілля також містить водень (H), кисень (O), магній (Mg) і макроелементи, такі як N, фосфор (P) і калій (K), які можуть покращити врожайність більшості культур навколо країни. світу [3,4,5,6,7,8]. Біовугілля привернуло значну увагу протягом останніх двох десятиліть через його потенціал як секвестрації С, біоремедіації, родючості ґрунту, стічних вод і загального інструменту управління навколишнім середовищем у сільському господарстві [1]. Додавання біовугілля до ґрунту показало позитивні результати щодо збільшення збереження поживних речовин, забезпечення притулків для мікроорганізмів, покращення структури ґрунту та збільшення поглинання поживних речовин рослинами, що в кінцевому підсумку призвело до збільшення росту рослин та врожайності. Біовугілля — це стійкий С, який повільно розкладається в ґрунті і може зайняти тисячі років, щоб повністю розкластися [2].

Коли біовугілля міститься в ґрунті, воно змінює фізико-хімічні властивості ґрунту, такі як С, рН, ємність катіонного обміну (СЕС), пористість, площа поверхні, об'ємна щільність, водоутримувальна ємність (WHC), ефективність використання поживних речовин (NUE), наявний P і загальний N, серед інших змін ґрунту [2]. Крім того, це зменшує зміцнення ґрунту та збільшує пористість, що позитивно впливає на мікробну спільноту ґрунту та кругообіг поживних речовин [3]. Біовугілля також може допомогти у відновленні деградованих і забруднених ґрунтів через тривалу адсорбцію важких металів (ТМ) та інших забруднень ґрунту [4]. Однак кінцевий ефект, який біовугілля може мати за згаданих параметрів, сильно залежить від джерел сировини, температури піролізу, розміру частинок біовугілля та текстури ґрунту [6]. Цей огляд охоплює фізико-хімічні властивості біовугілля, джерело сировини, технологію виробництва біовугілля, вплив біовугілля на фізико-хімічні властивості ґрунту, кругообіг поживних речовин, мікробну активність ґрунту, NUE, ефективність використання води (WUE), ріст рослин,

виробництво та якість сільськогосподарських культур, та потенційні ризики, а також обмеження застосування біовугілля на сільськогосподарських землях.

Сучасні виклики зміни клімату та нестабільність якості ґрунтів ставлять перед сільськогосподарським сектором серйозні завдання. Відомо, що використання добрив і пестицидів може впливати на ґрунтову родючість та призводити до викидів парникових газів, таких як діоксид вуглецю (CO_2) та оксиди азоту (N_2O). Один із способів зменшення негативного впливу сільськогосподарської діяльності на ґрунт та клімат - це використання біо-вугілля. Ця стаття присвячена моделюванню впливу застосування біо-вугілля на ґрунтові процеси, кількість парникових газів та показники якості ґрунту Рн.

Біо-вугілля (або гідробіоуглель) - це вугільний матеріал, який виготовляється з різних органічних сировин, таких як деревина, соломка, соломка рослин та інші біомаси. Воно відрізняється від традиційного вугілля тим, що проходить піроліз (теплову обробку відсутністю повітря) при низьких температурах. Як результат, біо-вугілля містить велику кількість вуглецю та інших органічних речовин, що можуть бути корисними для ґрунту [3].

Дослідження показують, що використання біо-вугілля в сільському господарстві може зменшити викиди парникових газів. Однією з головних причин цього є те, що біо-вугілля може зберігати вуглець в ґрунті на тривалий термін. Це відбувається завдяки структурі біо-вугілля, яка стабільна та водонепроникна, що дозволяє утримувати вуглець в ґрунті і запобігати його викиду в атмосферу у вигляді CO_2 .

Біо-вугілля також може покращити аеробні умови в ґрунті, що сприяє зниженню викидів N_2O , який є потужним парниковим газом. Оскільки біо-вугілля збільшує вміст органічних речовин в ґрунті, це може підвищити активність мікроорганізмів, які здатні знижувати викиди N_2O .

Показник Рн (реакція ґрунту) визначає кислотність або лужність ґрунту. Зміни в Рн можуть впливати на доступність макро- та мікроелементів для рослин, а також на активність мікроорганізмів. Дослідження показують, що застосування біо-вугілля може підвищити Рн ґрунту, зробивши його менш кислим. Це може бути корисним для рослин, особливо в кислих ґрунтах, де дефіцит макро- та мікроелементів може бути проблемою.

Моделювання впливу застосування біо-вугілля на ґрунтові процеси та кількість парникових газів може бути корисним інструментом для сільськогосподарських досліджень та практичного застосування. За допомогою спеціальних програм і моделей можна оцінити, як змінюються ці параметри в залежності від різних сценаріїв використання біо-вугілля, типу ґрунту та інших факторів.

Застосування біо-вугілля в сільському господарстві може бути ефективним способом зменшення викидів парникових газів та покращення якості ґрунту. Моделювання впливу цього матеріалу на ґрунтові процеси та показники якості ґрунту може допомогти оптимізувати його застосування і сприяти сталому сільському господарству [4].

Однак важливо зазначити, що ефективність біо-вугілля може варіювати в залежності від конкретних умов і сценаріїв застосування. Тому для досягнення найкращих результатів необхідно проводити подальші дослідження та розробляти конкретні рекомендації для сільськогосподарської практики.

Подальші дослідження та практичні застосування біо-вугілля в сільському господарстві мають великий потенціал для сталого розвитку. Цей матеріал може бути використаний для покращення родючості ґрунту, зменшення викидів парникових газів та підвищення врожайності.

До переваг використання біо-вугілля можна віднести:

1. Збереження вуглецю в ґрунті: Біо-вугілля має високий вміст органічного вуглецю і може зберігати його в ґрунті на десятиліття. Це сприяє зменшенню викидів CO₂ в атмосферу, сприяючи боротьбі зі зміною клімату.

2. Покращення структури ґрунту: Біо-вугілля може покращити структуру ґрунту, збільшити його водопроникність та вентиляцію. Це сприяє зменшенню ризику ерозії та покращенню умов для росту рослин.

3. Підвищення родючості: Біо-вугілля може збільшити доступність макро- та мікроелементів для рослин, сприяючи покращенню врожайності.

4. Зменшення викидів N₂O: Застосування біо-вугілля може зменшити викиди парникового газу N₂O, що допомагає знизити вплив сільського господарства на зміну клімату.

5. Сприяння сталому сільському господарству: Використання біо-вугілля може сприяти сталому сільському господарству, зменшуючи потребу у хімічних добривах та пестицидах та зменшуючи негативний вплив на навколишнє середовище [5].

Однак важливо пам'ятати, що ефективність застосування біо-вугілля може варіювати в залежності від різних факторів, таких як тип ґрунту, кліматичні умови та сільськогосподарська практика. Тому перед впровадженням біо-вугілля в сільське господарство необхідно провести детальні дослідження та розробити конкретні рекомендації для кожного регіону.

Загалом, біо-вугілля має великий потенціал для покращення сталості сільського господарства та зменшення викидів парникових газів. Подальші дослідження та практичні застосування цього матеріалу допоможуть досягти більших позитивних результатів в боротьбі зі зміною клімату та покращенні стану ґрунту.

Результати нашого дослідження свідчать про потенційно важливу роль застосування біо вугілля у зменшенні кількості парникових газів та поліпшенні показників якості ґрунту Рн. Моделювання впливу біо вугілля на ґрунт вказує на те, що ця природно-джерельна добавка може стати ефективним інструментом для збалансованого землеробства та зменшення негативного впливу сільськогосподарської діяльності на навколишнє середовище.

Застосування біо вугілля сприяє збереженню вуглецю в ґрунті та зниженню викидів CO₂, CH₄ та N₂O в атмосферу. Це особливо актуально в умовах збільшення концентрації парникових газів у повітрі та зміни клімату.

Показники якості ґрунту Рн, такі як структура, водопроникність та вміст поживних речовин, покращуються завдяки додаванню біо вугілля, що сприяє підвищенню родючості та стійкості ґрунту до ерозії та інших негативних впливів [7].

Необхідно враховувати, що ефективність застосування біо вугілля може варіюватися в залежності від типу ґрунту, культурних об'єктів та способів застосування. Додаткові дослідження та моніторинг необхідні для більш точного визначення оптимальних стратегій використання біо вугілля в сільському господарстві.

Загалом, дослідження підтверджує потенціал біо вугілля як інноваційного рішення для збереження навколишнього середовища та покращення стану ґрунту, що сприятиме сталому розвитку сільськогосподарського сектору та загальному благополуччю суспільства.

Список використаних джерел

1. Акименко І. О., Гордієнко Л. В. Вплив біо вугілля на фізико-хімічні та агрохімічні показники ґрунту. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія*, 2017. С. 25-32.

2. Васильченко В. А., Коваленко В. Ф. Роль біо вугілля в зменшенні викидів парникових газів у сільському господарстві. *Екологічна безпека та природокористування*, 2019. С. 82-88.

3. Грищенко О. О., Шевченко С. В. Використання біо вугілля для покращення структури ґрунту та збалансування його агрохімічних властивостей. *Науковий вісник Національного аграрного університету*, 2020. С. 70-75.

4. Зверєва О. В., Попова О. В. Вплив біо вугілля на біосферну активність ґрунту та його здатність утримувати вологу. *Біоресурси і природокористування*, 2018. С. 32-39.

5. Карпенко В. П., Мельник О. М. Моделювання впливу застосування біо вугілля на ґрунтову мікробіому та циклінг вуглецю. *Екологічна генетика*, 2019. С. 81-89.

6. Сергєєв І. В., Петренко І. С. Ефективність використання біо вугілля в землеробстві: аналіз практичних досліджень. *Агроекологічний журнал*, 2017. С. 78-86.

7. Трофименко О. С., Коваль Л. П. Вплив біо вугілля на кількість та активність мікроорганізмів ґрунту. *Вісник аграрної науки*, 2020. С. 56-61.

Ivan ZAYETS²⁰,
student 3rd year,
Faculty of Agronomy and Forestry,
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine

HUMUS CONTENT IN THE SOILS OF THE VILLAGE OF OLENIVKA, VINNITSIA DISTRICT

Agriculture is one of the most important sectors of the Ukrainian economy. However, over the past twenty years, this sector has been in decline, and the agricultural sector of Ukraine has been subject to significant negative anthropogenic impact, both as a result of miscalculations in land reform and agriculture, and as a result of intensive development of industry, especially heavy and chemical industries, which has led to a deterioration in the environmental situation. This has affected the state of land resources, led to a decrease in the productivity of agricultural land, and worsened the conditions for producing environmentally friendly agricultural products, etc.

The current crisis in the agricultural sector is manifested in the destruction of soil cover and a decline in soil fertility. The current state of agriculture requires a change in the concept of agricultural landscape use. Given the diverse forms of ownership, the sharp decline in the use of organic and mineral fertilisers, and the decline in the productivity of arable land and farmland, it is necessary to focus on strengthening the mechanisms of self-regulation in the agricultural landscape. A prerequisite is the maximum adaptation of crops with optimised cultivation technologies and fertilisation systems, with the obligatory monitoring of soil fertility. There is an urgent need to define a strategy for the development of agricultural production on the basis of balanced development, and to develop scientifically sound management decisions to preserve soil fertility [1].

It is a well-known fact that no society can function properly if it does not have a highly developed agricultural sector and sufficient food to feed its population. The agricultural sector has always played a leading role in solving socio-economic and environmental problems. After all, the welfare and living conditions of current and future generations of our people largely depend on the state of development of the agricultural sector. Therefore, not only the authorities and politicians, but also the public should be concerned with its reform and further development.

The main property of soil that characterises it as a means of production is fertility. Soil fertility is determined by its density, soil-forming rock, humus content, concentration of biogenic elements, pollutants, etc. Fertility is the ability of the soil to provide plants with sufficient water, nutrients and air [3].

The humus content in the soil is one of its main genetic indicators. The humus content is influenced by the particle size distribution of the soil, climate, erosion and

²⁰Науковий керівник – к. с.-г. наук, доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Юрій Шкатула.

other factors. The humus content of the soils under study is determined by the results of agrochemical certification based on the agrochemical passport of the field or land plot. Humus contains almost all plant nutrients, as well as enzymes, antibiotics, and vitamins. Thanks to humus, a certain reserve of nutrients and physiologically active substances is formed in the soil. In addition, humus is one of the main factors of soil structure formation, and the structure ensures optimal water, air and thermal conditions of the soil and the environment in general [2].

During the period of intensive agriculture, the use of organic and mineral fertilisers, chemical plant protection products, trace elements and chemical growth stimulants increased. As a result, soils have undergone qualitative and quantitative changes, resulting in changes in the content of humus and nutrients. Considering soil fertility as the main national asset, it should be noted that in recent years there have been steady downward trends in its decline.

Agroecological safety is extremely important for Vinnytsia region. When it comes to negative environmental changes, the scale of the destructive impact of agricultural production is much greater than that of industry. It is the inefficient development of agriculture that has contributed to the destruction of most forests, the conversion of large areas of fertile land into wastelands, the drying up of rivers, the destruction of wetlands, flooding, etc.

Given that the company's territory is dominated by chernozem and podzolic loamy soils, it is urgent to take measures to normalise the organic matter cycle, namely to increase the doses of organic fertiliser and introduce post-harvest sowing of green manure crops. If we take the surveyed lands on the farm, we note a rather high humus content in the soils of the farm of "Podillya" LLC in Olenivka village. The humus content is higher than the optimum values, so grey forest soils have a humus content of 3.2% and the optimum value is from 1.5 to 3.2%, dark grey medium loamy soils have a humus content of 3.9% and the optimum humus content for these soils is 3.3-3.6% (Table 1).

Table 1

***Humus content in the topsoil of the main soil types
LLC "Podillya", Olenivka village***

Soil name	Humus content, %	Optimum humus content, %
Grey forest	3,2	1,5-3,2
Dark grey medium loamy	3,9	3,3 – 3,6
Podzolic loamy chernozems	4,5	3,5 – 4,0

In 2006, the weighted average humus content of the 1230.7 ha surveyed at Podillya was 4.39%, and five years later, an agrochemical analysis of the soil showed that the weighted average humus content had slightly decreased to 4.38% (Table 2).

Reducing humus losses can be achieved by increasing the use of organic fertilisers, using residues of crop by-products, expanding the area of perennial legumes and green manure, minimising tillage, optimising the ratio of row crops to continuous crops in crop rotations, and using mineral fertilisers in a scientifically sound manner.

Table 2**Weighted average humus content in soils
"Podillya" LLC, Olenivka village**

Years	Surveyed area, ha	Weighted average humus content, %.	+/- to the 2006 tour, %.
2018	1230,7	4,39	-
2020-2021 p.p.	1230,7	4,38	- 0,01
Normative humus content in the soils of the Forest Steppe		2,5-3,0	

Thus, against the backdrop of a deficit-free or positive balance of humus, which is ensured by applying organic fertilisers, increasing the proportion of perennial grasses, and using the non-commodity part of the harvest, it is necessary to additionally apply nutrients in the form of mineral fertilisers that are not enough to create an optimal level of plant nutrition.

References

1. The concept of creating a system of agroecological monitoring of agricultural land in the Chernihiv region with the help of. *Modern achievements of geodetic science and production*, Issue II (22), Chernihiv State Institute of Economics and Management. 2011. C. 176-181.
2. Medvedev V. V. Laktionova T. T. Land resources of Ukraine. K.: Agrarian Science, 1998. 150 c.
3. Tsilyuryk OI, Chorna VI, Havriushenko OO, Desyatnyk LM Changes in agrophysical properties of ordinary chernozem under the influence of soil cultivation in crop rotation and on reclaimed lands in the conditions of the Steppe of Ukraine. *Cereal crops*. Vol. 5. no. 1. 2021. C. 115-124.

Valentyn MARKITAN²¹,

student 3rd year,

Faculty of Agronomy and Forestry,

Vinnitsia National Agrarian University

Vinnitsia, Ukraine

ASSESSMENT OF THE DEVELOPMENT OF DEGRADATION PROCESSES

The state and use of land in the agricultural sector of Ukraine is one of the most difficult problems on the way to the country's balanced development [3].

Over the past decades, Ukraine has seen catastrophic destruction of farmland and a decline in soil fertility, the main source of food security and welfare. The state

²¹Науковий керівник – к. с.-г. наук, доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії
Юрій Шкатула

of Ukraine's land resources is close to critical, as land degradation processes are widespread, with the most widespread being erosion (about 57.5% of the country's territory), pollution (about 20%), and flooding (about 12%) [4].

The environmental problems of land have been further aggravated by the land reform. The reform was carried out without taking into account the fact that land is the main natural component of the environment, which created certain problems. In particular, collectively owned land was divided into shares without separating degraded and unproductive land into a separate array that is not subject to share ownership. The shares were transferred to the new landowners without any restrictions on their use and are being exploited on an opportunistic basis that does not take into account the limits of environmental vulnerability of the soil. The problem of developing approaches and mechanisms for the conservation of low-productive and degraded land in private ownership is one of the priority areas of research in modern land management [1].

When land reform was launched in Ukraine, the goal was not only to achieve rational use and protection of land, but also to increase its productivity and efficiency of agricultural production. However, the land reform was launched in a hurry, without proper scientific justification and forecasting of environmental, social and economic assessments of its consequences. As a result, problems arose with the formation of environmentally sustainable agricultural landscapes and land use systems, the restoration of fertility and soil protection, and the creation of highly efficient agricultural production [2].

Current manifestation of the degradation process is often associated with a deterioration in the physical and physical and mechanical properties of soils due to compaction of subsoil horizons, increased clumpiness, fracturing and plasticity of the topsoil and deeper layers. All of this leads to a decrease in moisture accumulation and the volume of the root layer, while the crops are sufficiently supplied with nutrients. This manifestation of degradation is still not receiving enough attention. Recently, the processes of soil degradation caused by man-made pollution have intensified. An analysis of information on soil contamination with various toxic compounds shows that about 20% of Ukraine's territory is in poor condition.

Soil degradation processes are those that deteriorate soil properties and limit soil fertility. They are divided into natural, natural-anthropogenic and anthropogenic. Since it is difficult to distinguish between natural and natural-anthropogenic degradation processes, we will assess them together. Two indicators are used to assess and account for degradation processes:

- 1 - the degree of soil degradation,
- 2 - the percentage of degraded soils in the soil cover (assessment of the territorial manifestation of degradation processes) [5].

The condition of agricultural land has deteriorated significantly in recent decades and has become threatening. This primarily concerns soils, which have largely lost their self-regulating properties. Differences in the horizontal and vertical division of different parts of the land of the Pohrebyshche village council have determined the distribution of land by slope steepness.

Areas with an arable slope angle of less than 1° prevail, accounting for 52.1% of the total arable land area. The most dangerous for use are arable slopes with a steepness of more than 5° - 15.7%, and in some village councils up to 15%, which indicates significant potential for the development of degradation processes. The hilly nature of the relief, significant horizontal and vertical dismemberment of the territory, and often shallow occurrence of water-resistant layers have determined the development of erosion, deflation, acidification and waterlogging of soils and some dangerous geological phenomena (landslides, subsidence of massifs of timber, landslides, etc.).

Table 1

Distribution of arable land by slope steepness within farms in Pohrebyshche district

Size size	Arable land, total	Division by steepness of slopes, degrees							
		<1	1-2	2-3	3-5	5-7	7-10	10-15	>15
ha	94800	49430	22066	6783	1677	6696	5658	2452	38
%	100	52,1	23,3	7,2	1,8	7,1	6,0	2,6	0,04

Water erosion is the most serious factor in reducing land productivity and degrading agricultural landscapes. It has become an extraordinary phenomenon that directly threatens the very existence of the soil as a leading means of agricultural production and an indispensable component of the biosphere. This is due to the nature of agricultural land use, which creates conditions for the intensive development of erosion processes. For artificial agrocenoses, the maximum projective coverage occurs in July and August, which does not coincide with the peak of storm activity (late May and June).

According to the erosion zoning scheme of Ukraine, the area is located in an erosion hazard zone, in the area of predominant development of water erosion with a predominant influence of rainfall runoff. Among the developed lands, agricultural land, and primarily arable land, is most often subject to washout. The intensity of soil washout from ash and black steam often reaches 300 t/ha per year. However, such leaching is observed locally. The average annual calculated leaching of fertile soil from arable land is 12.5 tonnes per hectare.

The total area of arable land affected by water erosion is 47520 hectares. The eroded arable land includes 32339 hectares of slightly washed away, 11451 hectares of medium and 3730 hectares of highly washed away soils. Of particular concern are the scale and intensity of these processes on chernozem and similar soils. Looking at the percentage composition, 68.1% of the land is covered by slightly eroded soils (Table 2).

To combat water erosion, organisational and economic, agrotechnical and forest reclamation measures are used.

Organisational and economic measures include anti-erosion organisation of the territory and the introduction of soil-protective crop rotations.

Agricultural measures reduce surface runoff and convert it into subsurface runoff. To do this, all types of tillage are carried out parallel to the horizontal of the terrain (contour farming), 15-25 cm high windrows are poured across the slope, snow

retention, soil slotting and mowing, cultivation with flat cutters, terracing of slopes, etc. are carried out.

Table 2

***Erodibility of arable land within farms in
Pohrebyshche district, ha***

Dimensionality	Eroded land, total	Among them:		
		weak	medium	strong
ha	47520	32339	11451	3730
%	100	68,1	24,1	7,9

Special measures are taken to combat gullies. In recent decades, Ukraine has carried out levelling work on areas cut by ravines. At the tops of ravines, ditch-berm systems are built to drain surface runoff, and the slopes and bottoms of ravines are stabilised. On the territory adjacent to the ravine, soil-protective forest plantations are grown.

Thus, the ecological condition of the agro-landscapes of the Pohrebyshche district requires significant efforts to improve the agro-ecological state of the territories.

References

1. Smaglyi O.F., Kardyshev A.T., Lytvak P.V. et al: Study guide. K.: Higher Education, 2006. 671 c.
2. Tarariko O.G., Frolova O.M., Grekov V.O., et al. Adaptation of the soil monitoring system to the draft EU and Council of Europe Soil Framework Directive. *Agroecological Journal*. 2012. № 2. C. 54-57.
3. Furdychko O.I., Pashtetskyi V.S. The problem of optimising the use of natural resource potential of a certain region. *Agroecological journal*. № 1. 2013. C. 17-21.
4. Furdychko O.I., Demianiuk O.S. Ecological and economic features of the use of natural resources in agricultural production of Ukraine. *Agroecological Journal*. 2013. №3. C. 7-12.
5. Agroecological complexes of Western Polissya. *Ecological Bulletin*. 2010. №3. 2010. C.22-23.

НАПРЯМ
3

ЕНЕРГООЩАДНІ
ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ
СИСТЕМИ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА
ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ



Іван ВОЗНІЦЬКИЙ¹,
студент 3 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

**ОГЛЯД ОСОБЛИВОСТЕЙ ІЗОЛЯЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН
ВИСОКОЇ НАПРУГИ**

***Анотація.** В роботі проведено аналіз особливостей та виявлено потенційно слабкі місця в ізоляції статорних обмоток електричних машин. Встановлено, що в слабких місцях ізоляції імовірно розшарування і тріщини, в яких виникають самостійні електричні розряди – корона, ковзні розряди по поверхні, часткові розряди.*

***Annotation** In the work, an analysis of features was carried out and potential weaknesses in the insulation of the stator windings of electric machines were identified. It was established that in the weak places of the insulation, delamination and cracks are likely, in which independent electric discharges occur - corona, sliding discharges on the surface, partial discharges.*

Вступ. У процесі роботи ізоляція машин перебуває в тяжких умовах експлуатації: впливу перенапруг, високої робочої температури, вібрації, циклів нагрівання й охолодження, механічних зусиль, впливів продуктів розкладання повітря (озону, окислів азоту та ін.). Крім того, істотне значення мають технологічні труднощі при виготовленні й укладанні ізоляції, що приводять до механічних ушкоджень, а також недосконалість методів контролю й випробувань [1].

Також, при оцінці техніко-економічних показників необхідно враховувати, що вартість ізоляції становить 50-80% вартості всіх інших матеріалів машин. Тож, враховуючи сказане, є очевидним, що вибір матеріалів ізоляції, а також розробка

¹Науковий керівник – к.т.н. доцент Граняк В. Ф. кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

технології її виготовлення та безпосереднього нанесення є актуальною науково-технологічною задачею, що має значну практичну цінність.

Результати досліджень. У великих електричних машинах ізоляцію обмоток статорів розділяють на наступні види: 1) корпусна ізоляція (між обмоткою й сталлю статора); 2) міжфазна ізоляція (між обмотками різних фаз); 3) виткова ізоляція (між витками однієї секції або котушками); 4) ізоляція елементарних провідників (між провідниками в одному витку або стрижні обмотки).

Залежно від номінальної напруги, потужності й типу машини (турбо- або гідрогенератори, синхронні компенсатори, електродвигуни) і способу охолодження застосовуються різноманітні конструкції корпусної ізоляції й різні ізоляційні матеріали.

У генераторах старих конструкцій застосовувалась термопластична безперервна мікострічкова компаундна ізоляція на основі бітумного лаку, що як і у пазовій, так і в лобовій частині виконувалася з того самого матеріалу: мікострічки, намотаній на стрижень шарами впівнакиду.

У сучасних конструкціях переважно застосовується термореактивна ізоляція різних типів, основні характеристики яких наведені в табл. 1.1.

Виткова ізоляція виконується звичайно зі склослюдяної стрічки або на основі емальованих провідів зі скловолнистою обмоткою, просочених епоксидним компаундом [1, 2].

Конструкція ізоляції генераторів з повітряним і водяним охолодженням наведена на рис. 1 і рис. 2.

Струмопровідна частина (мідь) стрижнів виконується прямокутної форми, внаслідок чого головна ізоляція в пазах має нерівномірне поле. Ступінь нерівномірності електричного поля характеризується коефіцієнтом нерівномірності $k_i = \frac{E_{\max}}{E_{\text{нб}}}$, який і в основному визначається відношенням радіуса закруглення міді r до товщини ізоляції d . Для зменшення максимальної напруженості поля кути міді обмотки виконуються з певним радіусом закруглення r , або на кутах застосовуються екрани (прокладки) з алюмінію (див. рис. 1.2). Зазвичай r приймається рівним 0,6-1,5 мм, що забезпечує в сучасних конструкціях прийнятне значення $k_i = 2,0-2,4$ [3].

Аналіз пробоїв ізоляції по периметру перерізу стрижнів показує, що пробої на ребрах (кутах) становлять 35-40%, пробої на вузьких гранях - 10-15% і пробої на широких гранях - 45-50%. Відносно малий відсоток пробоїв на ребрах свідчить про те, що прийняті в сучасних конструкціях радіуси заокруглення близькі до оптимальних.

При конструюванні ізоляції машин велика увага приділяється ослабленню впливу корони, часткових розрядів, що виникають у пазовій частині ізоляції, і ковзних розрядів, що виникають у місці виходу обмотки з паза.

Таблиця 1

Основні характеристики термореактивної ізоляції різних типів для великих електричних машин

Найменування (тип) ізоляції	Складові ізоляції: а)діелектричний бар'єр б)зв'язуюче в)склотка-нина	Основні технологічні операції	Електричні та механічні властивості ізоляції	Область застосування
Моноліт-1	а) слюдині-товий папір; б) епоксид-ний компаунд; в) склотка-нина;	Намотування сухими стрічками, накладання обтискних обкладок і складання в пакет, установка в коробці з еластичними стінками, вакумування, вакум-нагнітальне просочення компаундом, обпресування (гідро), запічка (затвердіння)	Електричні характеристики вище, ніж у Моноліт-2	Стрижні гідроенераторів, синхронних компенсаторів
Моноліт-2	а) слюдині-товий папір; б) епоксид-ний компаунд; в) склотка-нина;	Стрижні: намотування сухими стрічками, накладання обтискних обкладок, установка в котел, вакумування, вакум-нагнітальне просочення компаундом, виїмка з котла, затвердіння (загубка) Котушки: намотування сухими стрічками, укладання в статор, установка статора в котел, вакум-нагнітальне просочення компаундом, виїмка з котла, затвердіння (загубка)	При $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $E = 35\text{ кВ/мм}$ $tg\delta = 0.01$ $p = 1000\text{ МПА}$ При $t = 130\text{ }^{\circ}\text{C}$ $E = 32\text{ кВ/мм}$ $tg\delta = 0.06$ $p = 500\text{ МПА}$	Стрижні й котушки
Моноліт-3	а) слюдині-товий папір; б) епоксид-ний компаунд; в) склотка-нина;	Намотування сухими стрічками, просочення як у Моноліту-2, укладання в статор, загубка (затвердіння)	Електричні характеристики, як у Моноліт-2	Котушки
Найменування (тип) ізоляції	Складові ізоляції: а)діелектричний бар'єр б)зв'язуюче в)склотка-нина	Основні технологічні операції	Електричні та механічні властивості ізоляції	Область застосування
Моноліт-4	а) слюдині-товий папір; б) епоксид-ний компаунд; в) склотка-нина;	Намотування сухими стрічками, підпресування, просочення як у Моноліту-2 (для стрижнів)	Електричні характеристики вище чим у Моноліт-2	Стрижні
ВЕС-2	а) два шари слюдині-тового паперу; б) епоси-поліефір-ний компаунд; в) склотка-нина, скло-сітка;	Стрижні: вакумне сушіння стрічки в роликах, намотування просоченою стрічкою без нагрівання, обпресування в прес-формах, загубка (отвердіння) Котушки: накладання просочених стрічок, обпресування й отвердіння (часткове) на пазових частинах, укладання в статор, остаточне отвердіння	При $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $E = 32\text{ кВ/мм}$ $tg\delta = 0.01$ $p = 900\text{ МПА}$ При $t = 130\text{ }^{\circ}\text{C}$ $E = 30\text{ кВ/мм}$ $tg\delta = 0.08$ $p = 500\text{ МПА}$	Стрижні й котушки
Слюдо-терм	а) слюдині-товий папір; б) епоси-дитольне; в) склотка-нина;	Намотування просоченими стрічками з підігрівом, обпресування й отвердіння в прес-формах	Електричні й механічні характеристики приблизно такі ж як у ВЕС-2	Стрижні
Моно-терм	а) слюдині-товий папір; б) епоси-новолачне; в) скла-нина;	Намотування просоченими стрічками з підігрівом, обпресування й отвердіння в прес-формах під тиском	Електричні й механічні характеристики, вище ніж у ВЕС-2 і слюдотерм	Стрижні

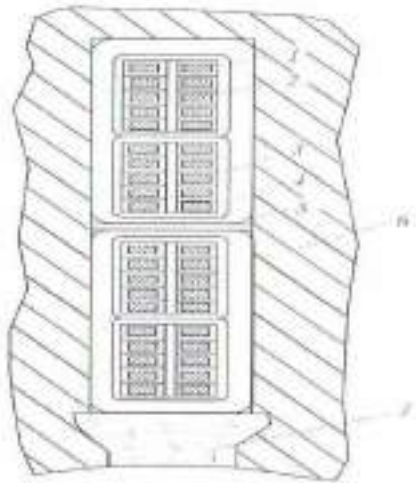


Рис. 1. Ізоляція обмотки статора в пазу з повітряним охолодженням: 1 - провідник мідний; 2 - ізоляція між елементарними провідниками; 3 - ізоляція між витками; 4 - корпусна ізоляція; 5 - ізоляція між шарами, 6- сталь статора; 7 – клин

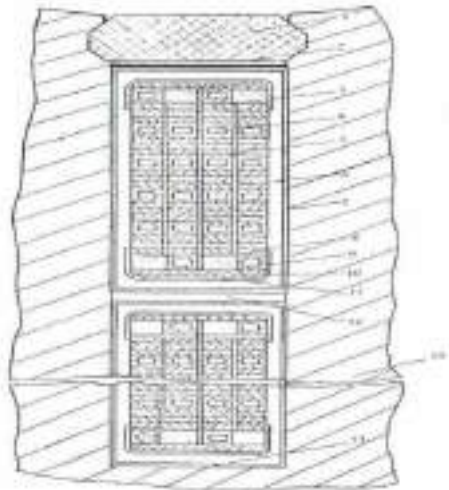


Рис. 2. Поперечний розріз паза статора турбогенератора з охолодженням обмотки водою: 1- клин; 2, 12, 13 - прокладки ізоляційні; 3 - мідний суцільний провідник ізольований; 4 - мідний порожній провідник ізольований; 5 - ізольований роздільник груп транспонованих провідників; 6 - корпусна ізоляція; 7 - напівпровідна стрічка; 8 - ізоляція місць переходів транспозицій провідників; 9 - ізоляційна замазка; 10 - ізоляційна прокладка із заокругленням; 11 - алюмінієва прокладка; 14 - сталь статора

Для запобігання небезпечного впливу цих розрядів використовуються наступні заходи: 1) застосування ізоляції з підвищеною стійкістю до впливу часткових розрядів (слюдомісткі типи ізоляції); 2) регулювання електричного поля.

У пазових частинах ізоляція покривається напівпровідними покриттями (асбестозалістими стрічками), що послаблюють електричне поле в газових включеннях і повітряних проміжках між ізоляцією й стінками пазів, що зменшує часткові розряди в цих включеннях.

У лобових частинах обмоток для усунення розрядів застосовується регулювання поля шляхом покриття поверхні ізоляції в зоні виходу з паза напівпровідниковими лаками різної провідності (рис. 3). Криві розподілу напруги при цьому методі регулювання поля наведені на рис. 4 [3, 4].

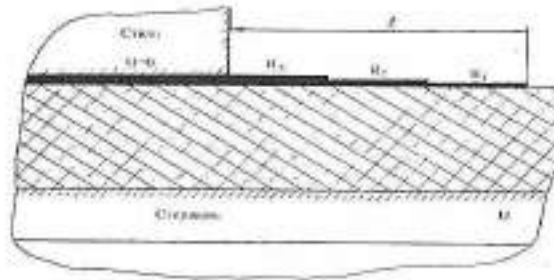


Рис. 3. Схема регулювання електричного поля в ізоляції машини в зоні виходу обмотки з пазу R_1, R_2, R_3 - напівпровідні покриття ($\rho_{S1}, \rho_{S2}, \rho_{S3}$)

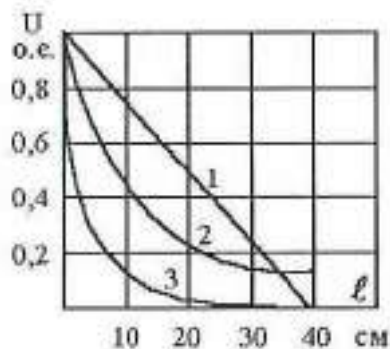


Рис. 4. Розподіл напруги на ізоляції в зоні виходу обмотки з паза по рис. 1.3: 1 - рівномірний розподіл; 2 - регулювання ємностями й опорами; 3 - без регулювання

Недоліком цього способу є нестабільність покровних лаків в експлуатації. У ряді випадків знайшли застосування стрічки з мідномісткого циклу, провідність яких в експлуатації стабільна.

У процесі виготовлення машини для контролю якості ізоляції статорної обмотки й виявлення в ній ослаблених місць проводяться поопераційні випробування однохвилинним прикладанням високої напруги промислової частоти. Значення випробувальних напруг для обмоток турбогенераторів, гідрогенераторів і синхронних компенсаторів визначаються по формулах, наведеним у табл. 2

Короткочасна електрична міцність корпусної ізоляції при товщинах від 3 до 12 мм характеризується середньою пробивною напруженістю біля 30-35 кВ/мм при напрузі промислової частоти.

Однак поряд з високими середніми значеннями, що перевищують номінальне в 10-15 разів, ізоляція має великий статистичний розкид пробивних напруг, що вказує на неоднорідність структури ізоляції (коефіцієнт варіації $\sigma^* = 0,1-0,15$).

При цьому в машинах є деяка (порядку 1%) кількість стрижнів або котушок, пробивна напруга яких близька до значень випробувальних напруг або перенапруг.

Функції розподілу пробивних напруг описуються нормальним законом. На рис. 1.5 представлені функції розподілу пробивних напруг нової корпусної ізоляції 6,6 кВ стрижнів (1) і машин у цілому (2). Крива 1 отримана по випробуваннях 279 стрижнів (ізоляція 4-х машин), а крива 2 - шляхом

перерахунку. Як видно з рис. 5, електричний рівень ізоляції цілої машини набагато нижче, ніж рівень ізоляції окремих стрижнів, що необхідно враховувати при розрахунку ізоляції.

Таблиця 2

Формули для розрахунку випробувальних напруг $U_{\text{авт}}$ промислової частоти, що використовувались при випробуваннях термореактивних ізоляції статорних обмоток турбогенераторів, гідрогенераторів і синхронних компенсаторів (ГОСТ 16.0.800.981-82)

Найменування випробувань	Формула для напруги $U_{\text{авт}}$, кВ		
	$U_{\text{ііі}} \leq 6,3\text{ê}\hat{A}$	$10,5 \leq U_{\text{ііі}} \leq 20\text{ê}\hat{A}$	$U_{\text{ііі}} = 24\text{ê}\hat{A}$
Випробування стрижнів до укладання їх у пази статора	$3,3U_{\text{ііі}} + 3,25$	$2,75U_{\text{ііі}} + 7$	$2,7U_{\text{ііі}} + 5$
Випробування після укладання й ущільнення стрижнів нижнього ряду	$3,0U_{\text{ііі}} + 2,5$	$2,6U_{\text{ііі}} + 5$	$2,4U_{\text{ііі}} + 4$
Випробування після укладання й ущільнення стрижнів верхнього ряду	$3,0U_{\text{ііі}} + 0,5$	$2,4U_{\text{ііі}} + 4$	$2,2U_{\text{ііі}} + 4$
Випробування після пайки, закрутки й заклиновки (по фазах)	$2,9U_{\text{ііі}}$	$2,2U_{\text{ііі}} + 4$	$2,1U_{\text{ііі}} + 4$

Після впливу механічних тисків біля 10-20 МПа, можливих в експлуатаційних умовах в аварійних режимах (при коротких замиканнях), короткочасна міцність ізоляції помітно знижується, особливо в області малих імовірностей пробою.

Дослідження електричного рівня при інших формах напруги (постійна, частотою 0,1 Гц) показали, що для них зберігається коефіцієнт варіації. При цьому (для нормального закону розподілу) співвідношення значення пробивних напруг для різних форм діючих напруг визначаються коефіцієнтом зміцнення k_y , який є рівним відношенню середніх значень пробивних напруг різної форми. Значення k_y нової ізоляції слюдотерм приведені нижче [3]

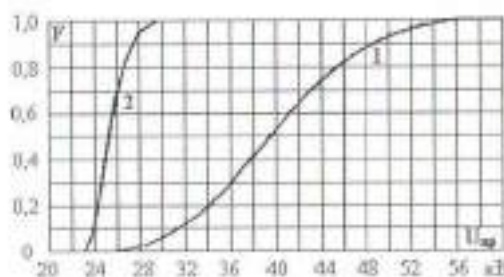


Рис. 5. Функції розподілу пробивних напруг промислової чистоти нової корпусної мікастрічкової ізоляції 6,6 кВ для стрижнів (1) і машин в цілому (2)

Електричний рівень ізоляції електричних машин при імпульсних впливах (грозовий імпульс) характеризується коефіцієнтом імпульсу $k_{\text{і.ізоляції}}$. Величина якого істотно залежить від стану ізоляції. Для нової ізоляції $k_{\text{і.ізоляції}} = 1,5-2,0$; для постарілої ізоляції при наявності мікротріщин і інших дефектів $k_{\text{і.ізоляції}}$ може бути навіть менше одиниці, що пояснюється тим, що при впливі імпульсної напруги розряд легше розвивається уздовж щілин і тріщин і завершується повним пробоєм.

У процесі експлуатації ізоляція електричних машин змінює свої характеристики під впливом цілого ряду факторів: вібрації, високої температури, робочої напруги, перенапруг, ударних динамічних навантажень, зволоження, причому вплив кожного із цих факторів є досить істотним. У зв'язку із цим вибір товщини ізоляції й робочої напруженості ґрунтується головним чином на експлуатаційному досвіді. При цьому встановлений зв'язок між товщиною ізоляції d і номінальною напругою машин $U_{\text{іі}}$, зображений на рис. 1.6, і може бути апроксимований формулою

$$d = 1,45 + 0,24U_{\text{іі}} \quad (1)$$

де d - виражено в міліметрах, $U_{\text{іі}}$ - в кіловольтах.

В останні роки були проведені розробки, що дозволили зменшити товщину ізоляції й збільшити припустимі напруженості (рис. 6) [4].

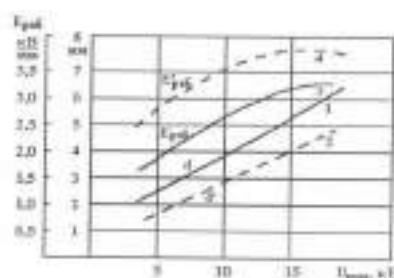


Рис. 6. Залежність товщини ізоляції d (1, 2) і робочих напруженостей $E_{\text{раб}}$ (3, 4) від номінальної напруги машини для нормальної (1, 3) і утонченої (2, 4) ізоляції

Виткова ізоляція застосовується в машинах середньої й малої потужності з котушковою обмоткою. Виткова ізоляція в нормальному робочому режимі несе досить значне електричне навантаження й основні небезпечні впливи виникають при імпульсних (грозових) перенапругах. Тому виткова ізоляція в основному розраховується на імпульсні впливи при цих перенапругах.

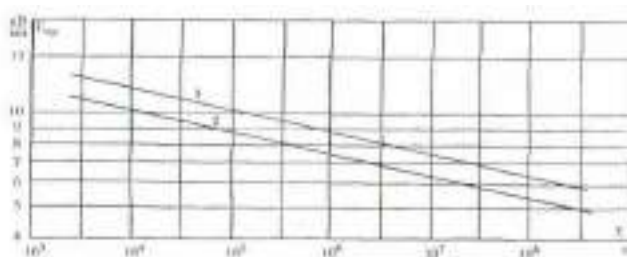


Рис. 7. Залежність пробивної напруженості від тривалості впливу для слюдоутерма (1) і мікострічкової компаундної ізоляції (2) при ймовірності пробою 0,5.

Експериментально встановлено, що у високовольтних електричних машинах при робочих напруженостях протягом тривалого часу (практично всього терміну служби) існують ч.р. помітної інтенсивності. Ці розряди значно слабкіше впливають на надійність і довговічність ізоляції електричних машин порівняно з іншими видами електроустаткування, тому що до складу цієї ізоляції входить неорганічний діелектрик - слюда, досить стабільний до впливу ч.р. Найчастіше при цьому розряди розвиваються між пластинками слюди по зігзагоподібному шляху, що особливо характерно при наявності розшарування ізоляції.

Характерні залежності $\dot{A}_{i,\delta} = f(\tau)$ наведені на рис. 7, для яких $n = 13$.

Висновки. Виявлені найнебезпечніші місця в ізоляції статорних обмоток електричних машин – місця виходу обмотки із пазової частини в лобову. Встановлено, що в слабких місцях ізоляції імовірно розшарування і тріщини, в яких виникають самостійні електричні розряди – корона, ковзні розряди по поверхні, часткові розряди.

Список використаних джерел

1. Бржезицький В.О., Михайлова В.М. Техніка і електрофізика високих напруг: навчальний посібник. Харків: НТУ „ХПІ” – Торнадо, 2005. 930 с.
2. Абрамов В.Б., Бржезицький В.О., Проценко О.Р. Приймальні та експлуатаційні випробування електроустаткування: навчальний посібник. Київ: НТУУ «КПІ», 2015. 235 с.
3. Губаревич О.В., Голубєва С.М. Систематизація дефектів і вибір методів діагностики технічного стану ізоляції асинхронних двигунів. *Тези доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції «Мехатронні системи: інновації та інжиніринг», 10 жовтня 2019 р.* Київ: КНУТД, 2019. 176 с.
4. Delmotte, C., Henaо, H., Ekwe, G., Brochet, P., Capolino, G. A. Comparison of two modeling method for induction machine study: application to diagnosis. International conference on electrical machines (ICEM-2002). Old St. Jan Conference Center, Brugge, Belgium. Conference Record, 2000. 15 p.

Максим СТУДНИЦЬКИЙ²,
студент 2-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РІЗАЛЬНІ АПАРАТИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ТЕХНІЧНИХ КОНОПЕЛЬ

***Анотація.** Найважливішим етапом вирощування технічних (без наркотичних) конопель є механізація процесу збирання. У статті розглянуто різальні апарати збиральних машин, що застосовуються для збирання технічних конопель в Україні та за кордоном, проведено аналіз їхньої роботи.*

***Annotation.** The most important stage in the cultivation of industrial (drug-free) hemp is the mechanisation of the harvesting process. The article discusses the cutting units of harvesting machines used for harvesting industrial hemp in Ukraine and abroad, and analyses their operation.*

Вступ. Однією з головних проблем коноплярства є механізація збиральних робіт, що зумовлена зрізанням різальними апаратами волокнистих стебел конопель у період їхньої технічної стиглості. До моменту збирання в стеблах конопель формується грубоволокнистий шар, що характеризується значною довжиною, міцністю й абразивними властивостями через біологічні особливості будови, та є причиною швидкого зносу різальних елементів, частих намотувань і забивань робочих органів збиральних машин, вимушених зупинок агрегату та порушення технологічного процесу.

Найважливішим робочим органом для зрізання стебел конопель є різальний апарат. Для збирання технічних конопель, як і інших грубо стеблових культур, застосовуються різні види апаратів (зернових і кукурудзяних жаток, косарок), пристосованих для виконання цієї операції з урахуванням характерних особливостей будови стебла, способу посіву та фізико-механічних властивостей. Ці різальні апарати мають свої конструктивні особливості, характерні переваги та явні недоліки.

Виклад основного матеріалу. Об'єктом дослідження є різальні апарати, що застосовуються для збирання технічних конопель на вітчизняних і зарубіжних машинах. Інформаційну базу склали наукові роботи та аналітичні матеріали з вивчення робочих органів для зрізу технічних конопель та інших грубо стеблових культур. У процесі дослідження застосовувалися експериментальні та виробничі методи, методи порівняльного та системного аналізу даних, експертної оцінки.

Стебло технічних конопель, що відрізняється від інших луб'яних культур більшою міцністю і значною висотою, містить від 26 до 34% волокна і деревну складову, у зв'язку з чим до робочих органів збиральних машин ставлять підвищені вимоги: чистий зріз, що не допускає зминання, затягування і

²Науковий керівник - к.т.н., доцент Холодюк О.В. кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

намотування волокнистої частини; тривалий термін експлуатації різальних елементів без додаткового заточування тощо [1]. Фізико-механічні властивості стебел конопель визначають геометрію ножа, опір стебел вигину під час їхньої взаємодії в момент зрізання та характер перебігу процесу [2].

В основі роботи різальних апаратів збиральних машин використовується підпирний і без підпирний принцип зрізу рослин. Радянська коноплезбиральна техніка (причіпні конопле жатки ЖСК-2,1 (рис.1, а), ЖК-1,9 і конопле комбайни ККП-1,8 (рис.1, б), УК-1,9 та ін.) обладнана сегментним різальним апаратом шириною захвату близько 2 м. Апарат складається з ножа і пальцевого бруса, ніж має 28 сегментів, закріплених до сталевій смуги. У верхній частині пальців закріплені вкладиші, які слугують опорою для зрізаних стебел [3].

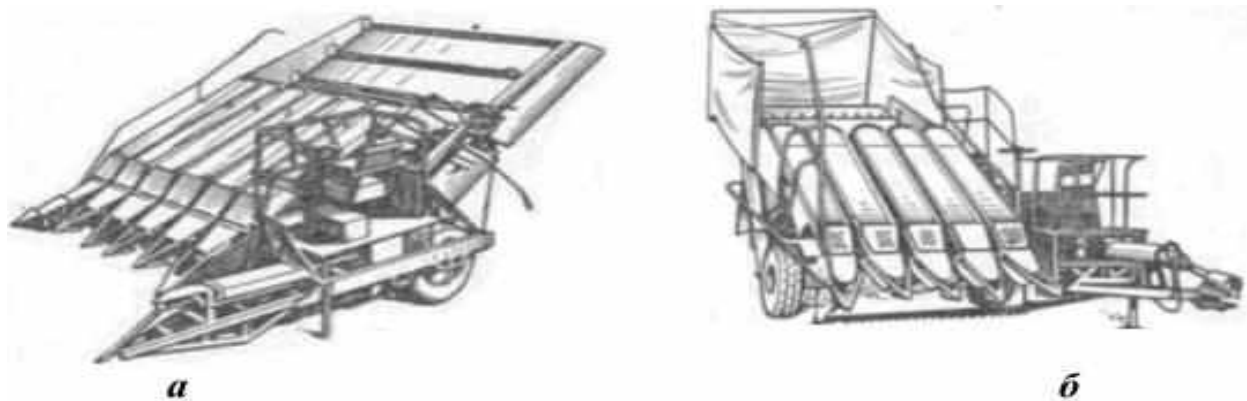
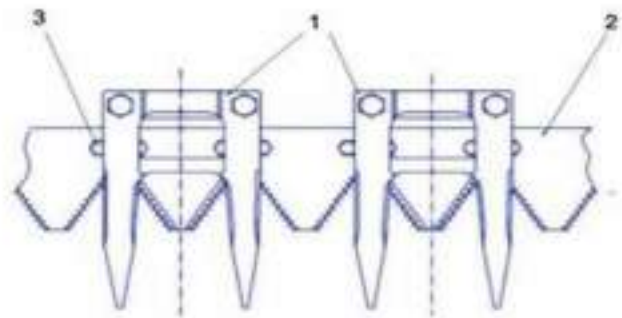


Рис. 1. Загальний вигляд ЖСК-2,1 (а) ККП-1,8 (б)



*Рис. 2. Різальний апарат зернової жатки (а)
та елементи різального апарата (б):*

1 - здвосний палець; 2 - ножовий сегмент; 3 - елементи кріплення.

На жатках класичних зернозбиральних комбайнів ("ПАЛЕССЕ" GS12, ACROS "585/595 та ін.), що застосовуються для збирання посівів конопель на насіння (зрізу верхівкової частини стебел), використовуються також сегментно-пальцеві різальні апарати шириною захвату 6-7 м зі штампо-зварними пальцями. [4] Сегменти мають нижню і верхню різальні кромки (рис. 2, а). Зарубіжна коноплезбиральна техніка (комбайни "Multi Combine HC 3400", "HEMP HARVESTER KOKO 1620", жниварки "Clipper", "Schumacher", "Tebeco") обладнана різальним апаратом типу "Шумахер" (ширина захвату 3-4 м). Пальці

різальних апаратів здвоєні, у кожного пальця є нижня і верхня частини, що змонтовані відповідно під і над сегментами ножа. Апарати працюють за принципом двопідпiрного зрізу по всій довжині леза (рис. 2, б) [4, 5].

У процесі роботи сегментного апарату ніж зрізає стебла, спираючи їх об кромку протирізальної частини пальця і на палець зверху. У момент різання стебло рослини спирається одночасно на протирізальну пластину і палець. Це знижує ймовірність надмірного відгину стебла, тим самим підвищуючи надійність і якість зрізу, особливо тонких стебел. Однак, під час збирання грубо стеблових культур дві опори негативно впливають на зріз стебла. Проникаючи в грубе стебло, сегменти защемляються ще незрізаною рослиною. За двох опор сила защемлення значно збільшується, що різко підвищує зусилля, що діє на сегмент і палець, і може спричинити їхні поломки. Також під час роботи двопідпiрного різального апарату існує ймовірність затягування зрізаних стебел в область між верхньою частиною сегмента і пальця, що призводить до забивання різального апарату.

Під час роботи присутні знакозмінні інерційні навантаження через зворотно-поступального руху ножів, необхідність регулярного заточки або заміни сегментів. Ці недоліки негативно позначаються при роботі з технічними коноплями. Особливість конструкції дає змогу виконувати якісний зріз рослин з малими жорсткістю і діаметром стебел.

За принципом безпідпiрного зрізу працюють ротаційні різальні апарати. Їхня робота ґрунтується на високій обертальній швидкості дисків, які здійснюють зріз грубостеблових рослин з великим діаметром стебла, без втрати якості. Технологія полягає в ударі стебла сегментами (ножами), закріпленими на робочому органі (диску), який здійснює обертальний рух. При цьому швидкість різальних елементів може бути в межах 10-100 м/с.

Ротаційні різальні апарати застосовуються в конструкціях косарок і жаток струмкового та барабанного (роторного) типу. Подавальні барабани роторних жниварок обертаються в протилежні боки, співвісно з ними обертаються різальні диски (ножі) для зрізу грубоостеблових рослин.



Рис. 3. Технологічна схема ротаційного різального апарату (а)

і загальний вигляд роторної жатки (б):

*1, 3 - зуби живильника; 2 - направляючі; 4 - нижній зубчастий живильник;
5, 9 - різальні диски; 6, 8 - барабани живильника; 7 - стеблосприймачі*

Зрізані рослини виступами барабанів захоплюються і у вертикальному положенні транспортуються в центр жнивarki, де подаються направлено, комлем уперед у вальці живильного апарата (рис. 3, а). Робота жниварок можлива за наявності прямостоячих культур, що володіють жорсткими стеблами, або в поєднанні тонкостеблових і жорстких стебел. Такі різальні апарати використовуються в роторних жниварках типу "Kemper" (рис. 3, б), "Orbis", "МН 600С" тощо. ін., якими обладнано зарубіжну коноплезбиральну техніку (комбайни "Deutz-Fahr" 6090, "John Deree" 660, "Claas Xerion" 4000, "Claas Jaguar" та ін.).

Ротаційні різальні апарати мають явні переваги перед сегментними: виконання технологічного процесу на підвищених швидкостях, висока якість зрізу, незначна засміченість робочого органу і відносно низька вібрація. Вони мають високу продуктивність, меншу інерційну неврівноваженість, стійкі під час роботи на високому, густому, переплутаному, полеглому стеблостой. Тому різальні апарати цього типу найбільшою мірою підходять для збирання технічних конопель.

За результатами аналізу конструкцій і принципу роботи різальних апаратів з урахуванням їхніх переваг і недоліків, а також будови та розмірно-масових характеристик стебла конопель встановлено, що для технічних конопель найдоцільнішим і найперспективнішим є різальний апарат, який працює за принципом безпідпорного зрізу, що застосовується в роторних різальних апаратах для збирання грубо стеблових культур із великим діаметром стебла.

Висновки. У результаті проведених досліджень та аналізу конструкцій і принципів роботи різальних апаратів для збирання технічних конопель та інших грубо стеблових культур, можна зробити наступні висновки: ротаційні різальні апарати, особливо ті, що використовуються в роторних жниварках, виявилися більш ефективними для збирання технічних конопель. Вони мають численні переваги, такі як висока продуктивність, висока якість зрізу, низька вібрація та невелика засміченість робочого органу. Ротаційні різальні апарати забезпечують стійку роботу на густому, переплутаному стеблостой, що робить їх ідеальними для збирання технічних конопель. Сегментні різальні апарати, хоча і мають свої переваги, такі як якісний зріз тонких стебел, мають деякі недоліки, такі як підвищене зусилля на сегменти та можливість забивання різального апарату при роботі з грубо стеблових культурами. Принцип безпідпорного зрізу, що використовується в ротаційних різальних апаратах, дозволяє здійснювати якісний зріз грубо стеблових рослин з великим діаметром стебла, не втрачаючи якості роботи.

Отже, на основі проведених досліджень встановлено, що ротаційні різальні апарати, які працюють за принципом безпідпорного зрізу, є найбільш сприятливими для збирання технічних конопель і грубостеблових культур завдяки їхнім ефективним характеристикам та високій продуктивності.

Список використаних джерел

1. Мигаль М. Д. Особливості збирання конопель у зв'язку з динамікою досягання і осипання насіння, кмець І. Л. (2017). Національна бібліотека

України імені В. І. Вернадського. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpilk_2017_5_11 (дата звернення: 07.09.2023).

2. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. 678 с.

3. Налобіна О. О. Системно-технологічний аналіз пристрою для збирання стебел конопель, Герасимчук О. П., Ковальчук Р. В., Ткачук О. Л. (2017). Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/silmah_2017_38_19 (дата звернення: 07.09.2023).

4. Maschinenfabrik KEMPER GmbH & Co. KG. Kemper-Stadtlohn.de : Maschinenfabrik KEMPER GmbH & Co. KG. URL: <https://www.kemper-stadtlohn.de/ru/produkte/spalte2/grosstrommel-serie/445> (дата звернення: 07.09.2023).

5. JAGUAR. Жнивarki - Кормозбиральні комбайни CLAAS. URL: <https://www.claas.ua/produksiya/kormosbiralini-kombaini/pristavki-dlja-jaguar> (дата звернення: 07.09.2023).

Максим БОРИСЕВИЧ³,

Студент 2 курсу,
Інженерно-технологічного факультету,
Вінницького національного аграрного університету
Вінниця, Україна

СИСТЕМА ВПОРСКУВАННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ COMMON RAIL

***Анотація.** Дизельний двигун має складну систему живлення. Умови розвитку автотранспорту вимагають від двигуна меншої витрати палива та зниження викидів. Система Common Rail відповідає цим вимогам. Об'єкт досліджень цієї статті є елементи системи живлення дизельних двигунів. Предметом є характеристика несправностей та методів їх усунення. Метою ставимо аналіз робіт та обладнання для оптимальної працездатності систем живлення дизельних двигунів та пропозиції щодо організації робочого місця. Описуються конструкції, принципи, дефекти системи живлення, зосереджено на системі Common Rail. Описується покращена технологія обслуговування системи живлення дизелів.*

***Annotation.** A diesel engine has a complex power supply system. The conditions for the development of motor vehicles require lower fuel consumption and lower emissions from the engine. The Common Rail system meets these requirements. The object of research of this article is the elements of the power supply system of diesel engines. The subject is the description of malfunctions and methods of their*

³Науковий керівник: к.т.н., ст. викладач Рябошапка В.Б. кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

elimination. Our goal is to analyze work and equipment for the optimal performance of diesel engine power systems and proposals for the organization of the workplace. Designs, principles, defects of the power system are described, focusing on the Common Rail system. The improved maintenance technology of the diesel fuel system is described.

Вступ. Сучасні дизельні тракторні двигуни мають складну систему живлення для ефективності та екологічної безпеки [1]. Дизелі повинні відповідати вимогам екології та паливної економії. Система Common Rail дозволяє знижувати викиди та паливні витрати через підвищений тиск пального та краще розпилювання в камері згорання. Вона точно дозує паливо під час впорскування. Проте, для неї важливе чисте пальне та дорогі деталі. Така система потребує спеціальних знань та обладнання для діагностики і налаштування. Форсунки – ключові, визначаючи робочий стан двигуна з технічних, економічних та екологічних поглядів.

Виклад основного матеріалу. Загальна характеристика елементів системи впорскування Common Rail. Якість розпиленого дизельного пального сильно впливає на його згорання та викид токсичних газів [2]. Тому потрібний високий тиск, близько 160 – 250 МПа. Звичайні системи подачі не забезпечують такий тиск, тому "Коммон Рейл", насос-форсунка і насос-форсунка-трубопровід є популярними.

Common Rail – це сучасна система впорскування пального з високим тиском. Вона використовується в більшості сучасних дизельних автомобілів. Вона дозволяє збільшити потужність, економити пальне та зменшувати викиди.

Система Common Rail складається з трьох частин: сенсорів, контуру низького тиску і контуру високого тиску. Ця система забезпечує такі умови:

- під час запуску двигуна паливо вже знаходиться під високим тиском у рампі.
- паливо під тиском потрапляє у форсунки.
- форсунки відкриваються та впорскують під керуванням електронного блоку.

Контур низького тиску включає бак, підкачувальний насос, фільтр та трубопроводи. Насос підкачує пальне із бака та направляє його до контуру високого тиску.

Контур високого тиску складається з паливного насоса високого тиску (ПНВТ), акумуляторної рампи з сенсорами, форсунок та трубопроводів. Насос високого тиску подає пальне до рампи. Кожна форсунка керується соленоїдом.

Головним елементом є паливний насос високого тиску, який має плунжери та механічний привід. Система Common Rail знижує витрати пального на 40% та шумність двигуна на 10%.

На рис. 1 зображено схему системи Common Rail. Принцип її роботи такий. Паливопідкачувальний насос 6 прокачує паливо через фільтр 7 з вологовіддільникам і подає в радіальний плунжерний насос високого тиску 3, який завдяки ексцентриковому валу починає рухати три плунжери. Цей насос

(рис. 1.2) з'єднаний із розподільним валом, який спрацьовує при кожному оберті, на відміну від класичного двигуна, де пальне впорскується один раз на два оберти. Тут також є регулятор продуктивності й насос для підкачування.

Від ПНВТ пальне під високим тиском поступає в паливну рампу 8, потім під високим тиском надходить на електромагнітно- чи п'єзогідрравлічні форсунки 11. Залишки пального від форсунки і ПНВТ повертаються в бак для палива 1 через паливопроводи зливу 2. Блок керування 15, взявши інформацію за параметрами із вхідних сенсорів, зазначає значення вхідних параметрів і використовує закладену програму (діє на виконавчі механізми), які необхідні для характеристики двигуна.

Кількість пального, яке через форсунки потрапляє в циліндри, залежить від сигналу блоку керування електроніки 15 відповідно до режиму роботи двигуна. В електронний блок надходить інформація від різних сенсорів і температури впускного повітря, температури двигуна, сенсора положення колінчастого валу і частоти обертання колінчастого валу двигуна, сенсора тиску повітря, сенсора повітряного витратоміра, сенсора положення педалі акселератора та ін.

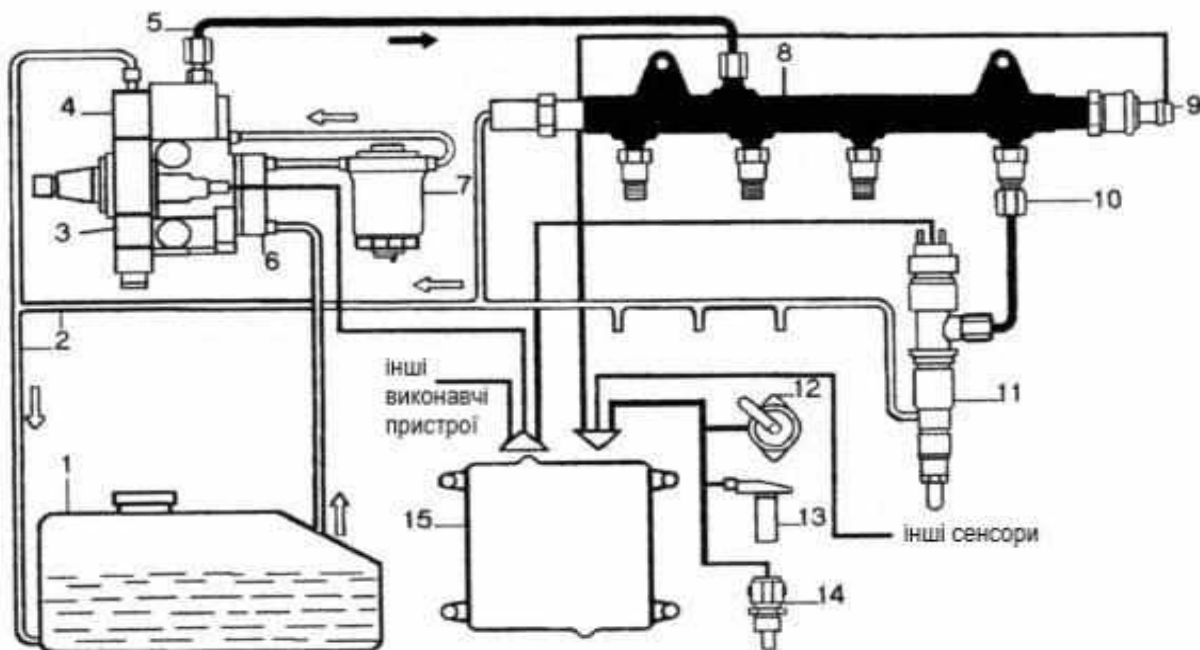


Рис. 1. Схема системи живлення дизельних двигунів Common Rail:

- 1 – паливний бак; 2 – трубопроводи зливу; 3 – ПНВТ; 4 – регулятор тиску;
 5 – паливопровід високого тиску; 6 – паливопідкачувальний насос; 7 – фільтр;
 8 – гідроаккумулятор; 9 – сенсор тиску; 10 – запобіжний клапан; 11 – електрогідрравлічна форсунка; 12 – сенсор педалі акселератора; 13 – сенсор частоти обертання і положення колінчастого валу; 14 – температурний сенсор; 15 – блок керування.

У системі тиск можна регулювати сигналом блоку керування на регуляторі 4. При холостих обертах він низький, що зменшує шумність роботи ПНВТ і форсунок, та при розгоні – максимально високий, що забезпечує кращу прийомистість двигуна.

Основні пошкодження системи Common Rail дизельних двигунів. Вчасне виявлення основних проблем у системі Common Rail запобігає подальшому

зносу механізму та необхідності в дороговартісному ремонті дизельного двигуна.

Пошкодження процесів у системі Common Rail можна розділити на електронні та механічні [3].

Механічні пошкодження системи Common Rail головним чином виникають через зношеність рухомих деталей або використання низькоякісного пального. Це призводить до відмови насосів для підкачки пального, ПНВТ і часто – паливних форсунок.

Несправності в механічній складовій часто виникають через неправильні зазори в парах тертя частин і механізмів дизельних форсунок і насосів, які також поділяються на два типи:

- підвищений або природний знос через потрапляння різних домішок, сторонніх елементів в паливо ;
- відкладання при експлуатації автомобільного транспорту.

Фактори, що зумовлюють пошкодження обох видів, призводять до неправильного впорскування (надлишкові чи недостатньої кількості пального на цикл), і як наслідок, до неправильного загоряння палива, зниження тиску в паливній системі.

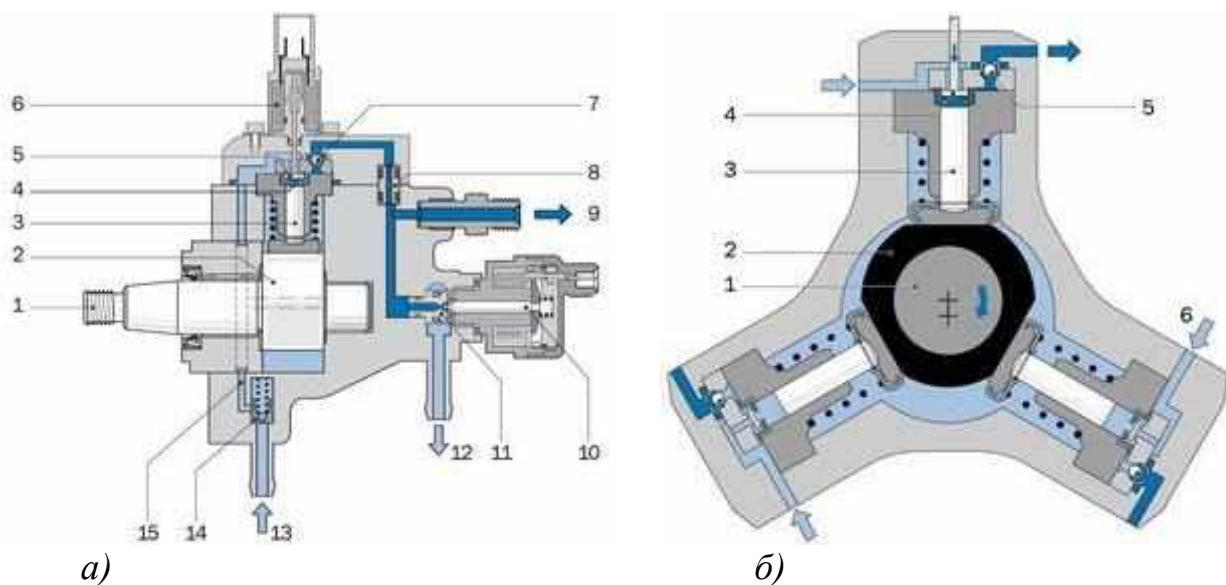


Рис. 2. Будова паливного насоса високого тиску (ПНВТ) Common Rail,
а) поздовжній розріз: 1 – вал приводу; 2 – ексцентриковий кулачок; 3 – плунжер із втулкою; 4 – камера над плунжером; 5 – впускний клапан; 6 – електромагнітний клапан вимкнення плунжерної секції; 7 – випускний клапан; 8 – ущільнення; 9 – штуцер магістралі до гідроаккумулятора; 10 – клапан регулювання тиску; 11 – кульковий клапан; 12 – магістраль зворотного зливу; 13 – магістраль подачі; 14 – захисний клапан з дросельним отвором; 15 – перепускний канал низького тиску; б) поперечний розріз: 1 – вал приводу; 2 – ексцентриковий кулачок; 3 – плунжер із втулкою; 4 – впускний клапан; 5 – випускний клапан; 6 – подача палива.

Про такі несправності свідчать наступні ознаки:

- поява збільшеної димності відпрацьованих газів;
- складний пуск двигуна, зокрема після тривалої стоянки;

- зниження потужності двигуна, особливо при розгоні до максимальної швидкості чи навантаженнях, близьких до граничних;
- робота двигуна нерівномірна зі значними вібраціями корпусу;
- збільшена витрата пального;
- підвищений рівень шуму двигуна.

Вище було зазначено те, що в сучасних автомобільних дизельних двигунах вбудовано дві системи впорскування – п'єзоелектричні й електромагнітні. Їх випускають виробники автомобільного обладнання зі світовим брендом; Bosh, Denso, Delphi та інші. Найбільш придатними до ремонту є електромагнітні форсунки, які виробляє німецька компанія Bosh (рис. 3)

Німецькі форсунки Bosh найбільш придатні для ремонту й відновленню. Їх вигідно ремонтувати, ніж замінювати на нові, хоча є слабкі елементи форсунки Bosh – це мультиплікатор і розпилювач, які часто доводиться замінювати.

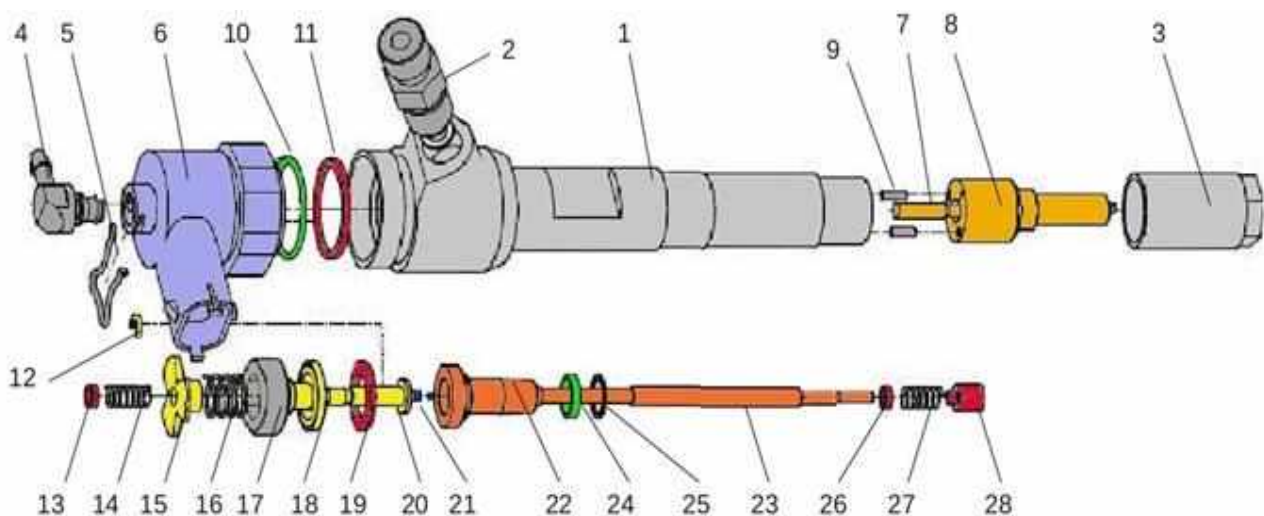


Рис. 3. Будова електромагнітної форсунки Common Rail:

- 1 – корпус; 2 – клапан впуску; 3 – гайка розпилювача; 4 – зворотний клапан;
 5, 12 – шплінт; 6 – котушка електроклапана; 7 – голка; 8 – корпус розпилювача;
 9 – кріпильні штифти; 10 – прокладка; 11, 18, 19, 25 – шайба; 13 – шайба пружини;
 14 – пружина клапана; 15 – електромагнітний клапан; 16 – пружина; 17 – направляюча клапана;
 20 – мультиплікатор клапана; 21 – перемикаючий клапан; 22 – корпус камери керування;
 23 – керуючий мультиплікатор; 24 – ущільнювач; 26 – шайба пружини голки;
 27 – пружина голки; 28 – сідло.

Форсунки Delphi, Common Rail мають лише дві частини, які можна відремонтувати – це розпилювач і механізм для клапана. У їх розборі й очищенні немає нічого складного, так як і з форсунками Bosh.

Варто відмітити, що головними механічними несправностями є прогорання гайки розпилювача 3 та пошкодження корпусу 1.

Ще форсунка Denso, яка має ресурс до 150 тисяч кілометрів пробігу, але відремонтувати її практично неможливо. Проблема в тому, що Denso не виставляє для продажу запчастини й деталі до своїх форсунок. Єдиний вихід із ситуації коли форсунка Denso поламалась – це замінити її на нову.

Компанія-виробник Siemens і Bosch виробляють п'єзоелектричні форсунки, еквівалентні їхньої початкової вартості. Звичайно, тоді вигідніше замінити несправні п'єзоелектричні форсунки новими.

Найпоширеніші механічні пошкодження п'єзофорсунок схожі до дефектів в електромагнітних:

- поломка прецизійної частини клапана перемикавання (мультиплікатора) 7 (рис. 4);
- поломка розпилювача 9 у двох варіантах: передозування паливом або заклинювання через недостатню кількість у ньому;
- механічні несправності частин у зливній магістралі 1, вихід з ладу зворотного клапана магістралі.

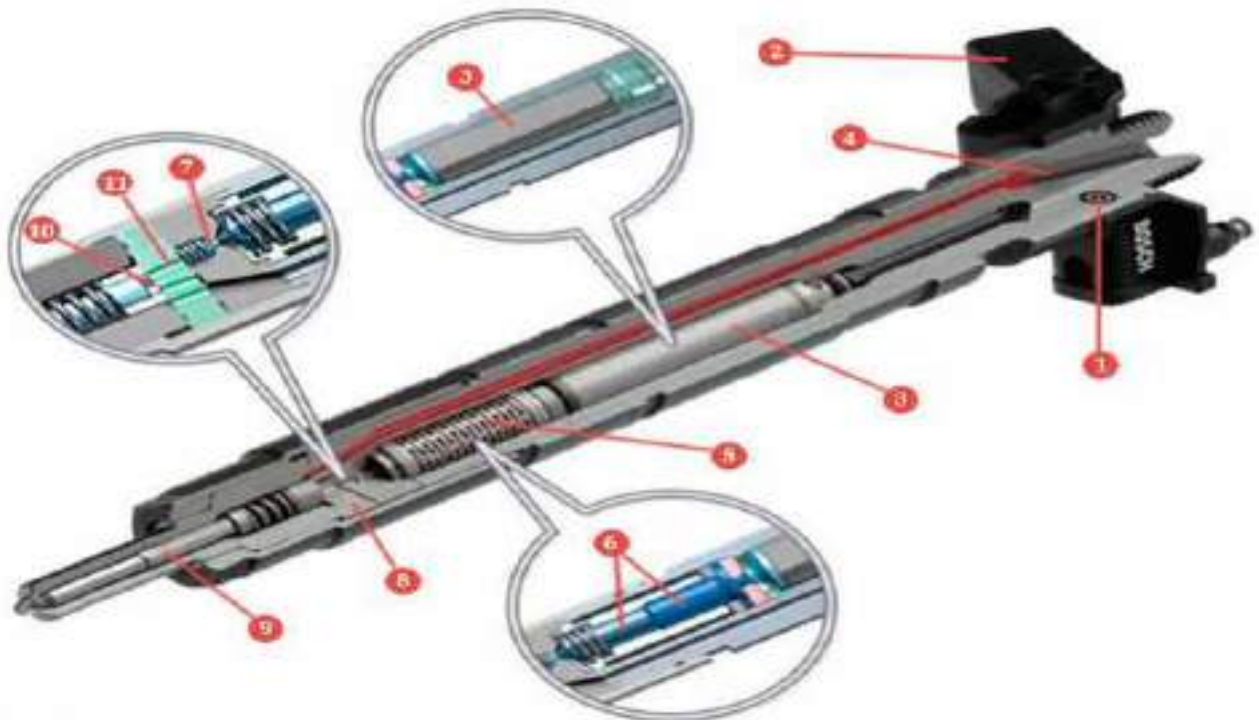


Рис. 4. Будова п'єзоелектричної форсунки Common Rail:

1 – зливна магістраль; 2 – електричний роз'єм; 3 – п'єзоелемент; 4 – канал високого тиску; 5 – гідравлічний циліндр; 6 – сполучені поршні; 7 – клапан перемикавання (мультиплікатор); 8 – дросельна пластина; 9 – голка розпилювача; 10 – надголкова камера; 11 – випускний дросель.

Однією із найбільш поширених несправностей є відсутність подачі пального у форсунки. Причиною можуть бути інші елементи паливної системи, що обов'язково треба перевірити:

- трубопроводи для подачі дизельного палива;
- витік пального через нещільність з'єднань трубопроводів;
- несправний насос;
- засмічений паливний фільтр.

Відсутність пального у трубопроводах може свідчити про інший тип несправностей – електричні. Якщо контакти з роз'ємів живлення порушені, то

потрібно під'єднати проводи до форсунок. Пошкодження соленоїду 6 (див. рис. 3) – найпоширеніша поломка цього типу.

Особливими пошкодженнями електричного типу в п'єзофорсунках (див. рис 4) є замикання форсунки на масу (поломка ізоляційного шару п'єзоелемента 3), а також малий опір або недостатня ємність п'єзоелемента.

Пошкодження електрики системи Common Rail включають збирання й оброблення даних в клерувальному блоці двигуна. Регуляція потоку пального та тиску відбувається через електромагнітні клапани (форсунки Delphi, Bosch, Denso) або п'єзоелементи (форсунки Piezo Bosch, Piezo Siemens) дизельних інжекторів. Несправності цих елементів призводять до нестабільної роботи паливної системи, впливаючи негативно на роботу дизельного двигуна.

Для виявлення таких несправностей проводиться діагностика автомобіля, зчитування параметрів роботи паливної системи та двигуна, аналіз даних для встановлення причин відхилень в роботі дизеля та системи Common Rail.

Також, важливо розглянути поширені пошкодження елементів класичних систем живлення дизельних двигунів. Початкові параметри насосів можуть змінюватися через зношення елементів. Аналіз показав, що поломки насосів часто стосуються: зношення підшипників на кулачковому валу (29%), герметичних ущільнень (12.5%), зниження подачі пального (29.2%), нерівномірного поділу пального (83.5%), зниження обертів регулятора.

Під час роботи насосів видно, що у них є корпуси з пазами для рейок, штовхачів, втулок та отворів [4]. Розбирання отворів на корпусах штовхачів може викликати зміни на овальній поверхні зі значними пошкодженнями в перпендикулярній до осі кулачкового валу площині. Знос у таких випадках досягає близько 0.8 – 0.93 мм. При належному обслуговуванні, знос зазвичай не перевищує 0.08 мм.

Таким чином, аналіз діагностики та досліджень різних елементів системи живлення дизельних двигунів вказує на широкий спектр можливих несправностей. Знос, заклинення плунжерів, втрати герметичності, зміни у роботі електрики – усе це впливає на стабільність та ефективність роботи двигуна та паливної системи. Регулярна діагностика та обслуговування є важливими для запобігання та вчасного виявлення цих проблем, що забезпечує надійну та ефективну роботу дизельних двигунів.

Пошкодження посадкового гнізда для підшипникового кільця і фланця відбувається рідше і зазвичай не більше 0.1 – 0.3 мм в діаметрі. Наприклад, насос КамАЗ має знос приблизно 0.03 мм.

Зламани різьби під штуцери в головках насоса стають наслідком недоліків у затягуванні за допомогою неправильних інструментів, таких як звичайні ключі замість динамометричних.

Також часто несправність форсунок зумовлена зом значення тиску в початковому етапі розпилювання (початок підйому голки), або забрудненням соплових отворів. Причиною 45% випадків збою тиску є результати випробувань на експлуатаційну витривалість. Зношеність деталей форсунок, що впливають на збільшення затягування пружини голки, становить від 0.38 до 0.6 мм, а усадка в пружині – 0.05 – 0.2 мм. Середній знос деталей ланцюжка від голки до торця

гвинта для регулювання становить 0.10 мм, максимальний – 0.14 мм. Максимальний знос у торці корпусу форсунки не перевищує 0.06 мм, середній – 0.03 мм. Знос в торцях регулювального гвинта, штанги і пружини коливається в межах 0.01 – 0.03 мм. Голка в розпилювачі віддаляється на 0.56 мм.

Форсунки, які працюють в найскладніших умовах, зазнають найбільшого зношення. Це стосується розпилювачів, що діють під великими ударними навантаженнями (до 5 разів більше від статичних), у агресивному середовищі, при підвищеній температурі тощо.

Зміна паливоподачі у дизелі в значній мірі залежить від стану форсунок. Поширені несправності форсунок включають:

- витік пального через зазори між голкою і корпусом.
- підтікання пального в камеру після припинення впорскування.
- збільшений хід голки.
- зависання голки.
- забруднення внутрішніх і зовнішніх поверхонь корпусу розпилювача.

Ці неполадки виникають через знос соплових отворів, деформацію замикаючого конусу, а також вплив корозії на робочу поверхню голки.

Погане розпилення часто відбувається через зношування поверхні голки, особливо сполученого з корпусом розпилювача (замикаючий конус). Дослідження багатьох розпилювачів, які вилучені з двигунів як неприпустимі до подальшого використання, показали, що 30% з них мали зношені замикаючі конуси.

Висновок. У даній статті описана робота системи впорскування дизельних двигунів Common Rail від Bosch, причини поломок даної системи. Також наведені два види форсунок які використовуються у даній системі (електромагнітна, п'єзоелектрична), детально розглянуті будови цих форсунок.

Список використаних джерел

1. Систем Common Rail - Дизель-сервіс. URL: <http://diesel-service.volyn.ua/menyu/%D1%96nformacz%D1%96ya/dyzelnyi-dvyhun/common-rail.html>
2. Систем Common Rail - призначення, будова, принцип дії. URL: <http://avtosvit.biz/systema-common-rail/>
3. Система впорскування палива Common Rail від Bosch URL: <https://traktorist.ua/news/91-sistema-vpriskuvannya-common-rail-vid-bosch>
4. Common Rail URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Common_Rail

Анатолій ТИЩЕНКО⁴,
Студент 3-го курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький Національний Аграрний Університет
Вінниця, Україна

ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ ТА РОЗВИТКУ ТРАКТОРІВ

***Анотація.** Гусеничні, колісні, сільськогосподарські, армійські, промислові, міні-трактори, тракстери – це види сучасної тракторної техніки, різновиди якої допомагають сьогодні вирішувати будь-які завдання. А ви знаєте, як виглядали перші трактори, і коли почалася історія розвитку даної техніки? Якщо ні, то зараз, в цій статті ви можете дізнатися багато цікавого і нового для себе.*

***Annotation.** Tracked, wheeled, agricultural, army, industrial, mini-tractors, tractors... these are the types of modern tractor equipment, the varieties of which help to solve any problem today. Do you know what the first tractors looked like, and when the history of this equipment began? If not, then now, in this article, you can learn a lot of interesting and new things for yourself.*

***Вступ.** За стільки часу існування, трактори стали невід’ємною частиною сільського господарства, зарекомендувавши себе, як надійний агрегат для багатьох видів робіт, котрі можуть використовуватись у даній сфері. Почувши слово «Трактор», багато людей собі уявляють великі сучасні машини, котрі мають підключення до мережі інтернет, мають можливість дистанційного керування, та велику кількість інтелектуальних технологій. Проте, раніше цього всього не було. Це все стало результатом довготривалого розвитку, та вдосконалення технологій, котрі за довгий період часу привели нас до настільки різноманітного вибору даних агрегатів, про котрі раніше можна було лиш мріяти, тому, гадаю, буде цікаво дізнатись, з чого ж все почалось.*

***Виклад основного змісту.** Предки сучасних тракторів з'явилися в 19-тому столітті, під час розвитку парової техніки. Так, саме так, перший попередник трактора в світі був створений на основі пересувного парового двигуна з гусеничним ходом і призначався для орання полів і осушення боліт. Даний агрегат був створений видатним англійським винахідником Джоном Гіткотом. Не дивлячись на інноваційність, цей винахід залишилося в тіні інших патентів вченого через свою непрактичність. Через 10-ти років після презентації Гіткота його співвітчизник Вільям Говард створив більш легкий і маневрений колісний аналог – локомотив, який виконував сільськогосподарські роботи і міг виробляти електрику в польових умовах. Винахід Говарда швидко набрав популярності серед аграріїв, і в середині 19-го століття, практично, на кожному*

⁴Науковий керівник: к.т.н., ст. викладач Рябошапка В.Б. кафедри агроінженерії та технічного сервісу

британському полі можна було побачити замість коня залізний голосно пихкаючий паровий локомотив.

Найперший трактор в світі. Найперший трактор в світі, (по крайній мірі, його подоба), з'явився ще в 19-му столітті і працював, зрозуміло, на паровому двигуні. Англійський учений і винахідник Вільям Говард використовував в 1850 році локомотив для оранки сільськогосподарських угідь. Вже до кінця 19 століття, на землях Великобританії працювало близько двох тисяч подібних агрегатів. Інженер Джон Фроліх, родом зі штату Айова (округ Клейтон, США), в 1892 році сконструював і запатентував перший трактор, двигун якого працював на нафтопродуктах [1]. Перший трактор в світі на гусеничному ході і працює від парового двигуна винайшов англієць Джон Гіткот, до того ж що був винахідником промислового ткацького верстата. У 1832 році він запатентував свій винахід, а в 1837 році з'явився робочий екземпляр трактора, призначений для оранки і осушення болотистих місцевостей. Американець W.P. Miller в 1858 році придумав і сконструював гусеничний трактор, який взяв участь в сільськогосподарській виставці міста Мерісвілл, штат Каліфорнія, за що отримав премію і визнання за неймовірний винахід. На жаль, винаходи Міллера і Гіткота не отримали подальшого розвитку. У 1901 році винахідник Alvin Orlando Lombard побудував перший визнаний практичним гусеничний трактор – Lombard Steam Log Hauler. (рис. 1)

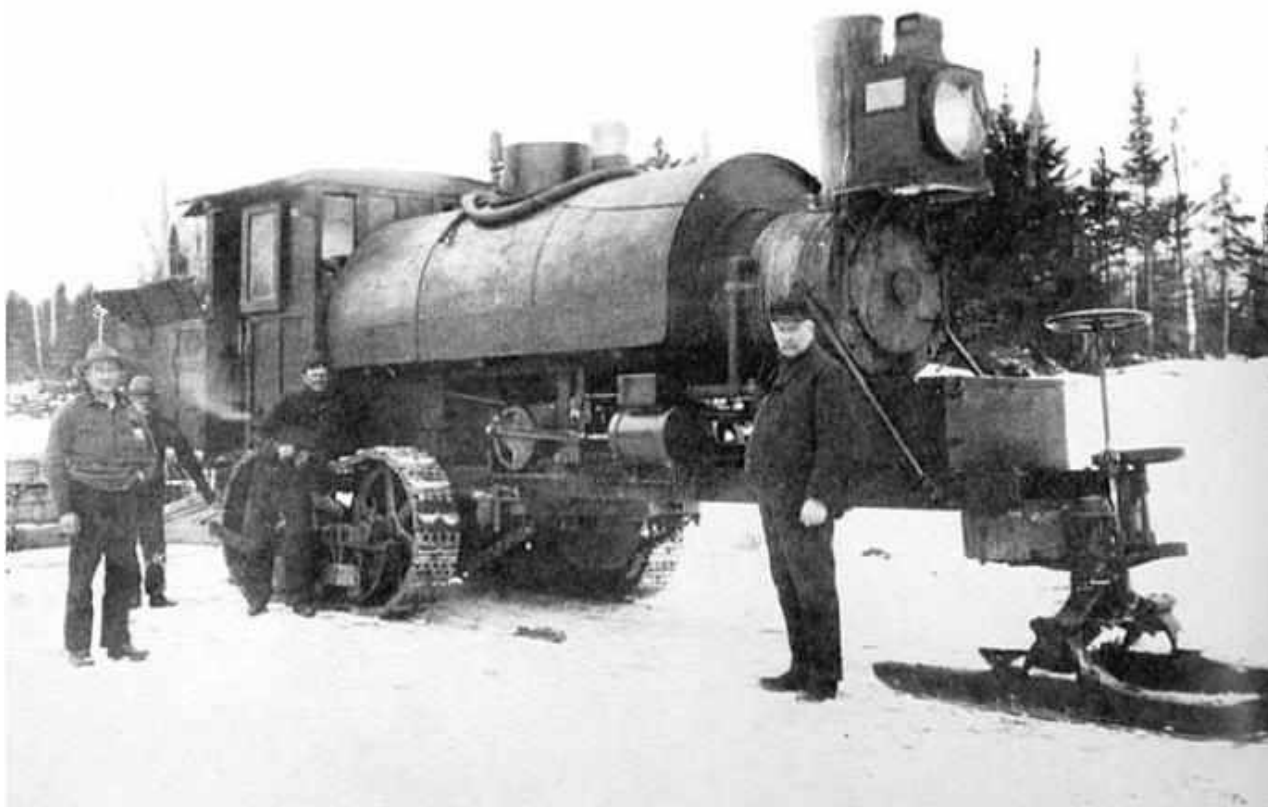


Рис.1 Гусеничний трактор – Lombard Steam Log Hauler

Перші колісні трактори з паровими двигунами. Вони з'явилися в Англії і Франції 1830 року, і вони як правило, застосовувалися для транспортування вантажів у військовій справі. З 1850 року парові трактори почали

використовуватись в сільському господарстві цих країн, а з 1890 – в сільському господарстві США [2]. Трактори створювалися в багатьох країнах Європи і в США, і вироблялися безлічі конструкцій та компоновань. Умовно всі конструкції можна розділити на 2 типи:

- «overture» – «високий тип», двигун у якому розташований безпосередньо зверху на котлі. Такий котел має конструкцію паровозного (локобельного) типу, тобто жаротрубно-димозгарний.

- «undertype» – «низький тип», двигун розташований десь на рамі трактора або автомобіля, тобто паровий двигун стоїть окремо від котла.

При цьому конструкція котла може бути різною: як «об'ємного наповнення» – котлом водотрубним, так і жаротрубно-димозгарним, або навіть прямоочним котлом, типу «Серполе». Компоновання «overture» використовувалася винятково в масивних тракторах – тягачах, які були вкрай важкими і громіздкими, що визначалося конструкцією їх котла паровозного типу, а також низькими параметрами пари, що могли розвивати такі котли. Варто зазначити, що котли паровозного типу працювали на тиску пари не більше 12-14 атм і діяли виключно на викид «стисненої» пари в атмосферу. Тобто в них не застосовували конденсаторів. Компоновання «undertype» застосовувалася в багатьох різних варіантах: як для різних тракторів-тягачів, так і для різних автомобілів. У цьому випадку використовувалися котли різного компоновання, зокрема й на рідкому паливі – від гасу, до мазуту. Технічно найдосконаліші моделі котлів у таких автомобілях і тракторах створювали тиск пари 100 атм, що забезпечувало достатньо високу економічність і значну потужність подібних паросилових установок. Наприклад, на тиску до 100 атм працював мотор німецької парової вантажівки фірми «Henschel», за температури перегрітої пари 450 °С [3].

Перший повноцінний трактор. Айовець Джон Фроліх побудував машину з дизельним двигуном в 1892-му році. Саме його винахід вважається першим повноцінним трактором. Через чотири роки на ринку з'явилися перші двоциліндрові бензинові двигуни, розроблені Чарльзом Хартом і Чарльзом Парром. Ці двигуни стали основою для конвеєрного виробництва тракторів марки Харт-Парр, вагою шість тонн і потужністю двигуна 30 к.с. на холостому ході або 18 к.с з навантаженням. Через ненадійну систему запалювання Харт-Парр були визнані не практичними і після випуску 15-ти примірників в 1903-му році, серійне виробництво цих тракторів було припинено. Трактори марки Харт-Парр вважаються найстаршими тракторами з двигуном внутрішнього згорання. Оцінити їх сьогодні можуть відвідувачі Національного Музею американської історії у Вашингтоні.

Удосконалити тракторну конструкцію зважився Ден Елборн в 1902-му році. Його прототип під назвою Ivel "стояв" на трьох колесах і був визнаний придатним для використання в сільськогосподарських цілях, завдяки своїй потужності і легкості. Ivel-ли швидко стали популярними, і довгий час домінували на ринку аграрної техніки. У той же час компанія Харт-Парр, шукала ідеї для створення нової машини, яка змогла б відновити втрачену

репутацію засновників. В 1912-тому році конструкторами Харт-Парр було прийнято рішення будувати гусеничні трактори. Технічна реалізація даної ідеї створила потужний резонанс серед машинобудівників через гібридний вигляд - гусеницями були обладнані лише задні колеса трактора, передні ж залишилися звичайними. Цікавий факт – в 1913-тому на Всеросійській виставці (м.Київ), куди були запрошені машинобудівники з усього світу, в тому числі і Харт-Парр, радянські конструктори помітили недоліки такого рішення, після аналізу, якого Харт-Парр почали випускати повноцінні гусеничні трактори.

Коли світ гудів в шумі інноваційної тракторної техніки, наші аграрії не поспішали переходити на механічну працю. Тільки після оцінки зарубіжних моделей в 1913-му, керівництвом тодішнього СРСР було прийнято рішення зайнятися розробкою вітчизняних аналогів. В 1919-тому році світу був представлений перший радянський трактор Гном, після якого з'явилися інші моделі [4].

В царській росії у 1791 році знаменитий механік-самоучка Іван Петрович Кулібін винайшов триколісний «коляску-самокатку» з двома ведучими і одним напрямним колесами. У цій колясці винахідник застосував цілий ряд механізмів і пристроїв, які зустрічаються в сучасному тракторі: коробку передач, рульове керування, роликові підшипники, гальма, маховик і ін.

1837 рік. Дмитро Андрійович Загряжский створив рушій, принципово відмінний від коліс. Слід вважати, що цей рушій був праобраз майбутньої гусениці.

1888 рік. Ф. А. Блінов побудував гусеничний трактор, що приводиться в рух двома паровими машинами, і демонстрував його в 1889 році на Саратовській, а в 1896 році – на Нижегородській виставках. На рамі довжиною 5 м розміщувалися паровий котел, дві парові машини, будка і баки для палива і води. Обертання від кожної машини через шестеренні передачі передавалося до ведучих коліс, що знаходяться в зачепленні з ланками гусениць. З огляду на недосконалість конструкції трактор Блінова не набув поширення, але справив великий вплив на подальший розвиток тракторобудування, яке затримувалося через відсутність працездатного двигуна внутрішнього згоряння.

1918 рік. На Петроградському Обухівському заводі почалося виробництво гусенично-колісних тракторів по типу американського трактора фірми «Холт» з двигуном потужністю 55 кВт. Але через громадянську війну завод лише в 1921 році зміг випустити перші трактори.

1919 рік. Продовжуючи роботу по конструюванню нових моделей тракторів, Я.В.Мамін створив трактор «Гном» з нафтовим двигуном потужністю 11,8 кВт і двошвидкісною коробкою передач, що забезпечувала швидкості руху 2,93 і 4,27 км/год. Покращуючи конструкцію свого трактора, Я. В. Мамин в 1924 році побудував новий трактор з двигуном потужністю 8,8 кВт в двох варіантах: трактор «Карлик-1» (триколісний, з одного передачею вперед, зі швидкістю руху 3,4 км / год) і «Карлик-2» (чотириколісний, з одного передачею і реверсом).

1923 рік. На Харківському паровозобудівному заводі приступили до випуску гусеничних тракторів «Комунар» з двигуном потужністю 36,8 кВт і трьохшвидкісною коробкою передач, яка забезпечувала швидкість від 1,8 до 7 км / год. Майже всі трактори, що випускалися в той час, були недосконалі в технічному відношенні, а їхні двигуни – малопотужні і недостатньо економічні. Це мав бути сучасний, економічний трактор. І поки налагоджувалася розробка вітчизняного зразка, було вирішено звернутися до зарубіжного досвіду. Вибір припав на найбільш простий і дешевий американський трактор «Фордзон».

1925 рік. Організовано тракторний відділ в НАМІ, який в 1946 році був перетворений в Науково-дослідний тракторний інститут (НАТІ).

1928 рік. За рішенням Радянського уряду, схваленому в листопаді Пленумом ЦК ВКП (б), в Сталінграді почали будівництво заводу (СТЗ) з випуску колісного трактора, прототипом якого послужив американський трактор «Інтернаціонал 15/30».

1929 рік. Рада Народних Комісарів прийняла рішення про будівництво тракторного заводу в місті Челябінську на Уралі.

1930 рік. 17 червня з конвеєра Сталінградського тракторного заводу був знятий перший трактор СТЗ-15/30 з карбюраторним двигуном, що працював на гасі. Трьохшвидкісна коробка передач дозволяла отримувати швидкість від 3,5 до 7,4 км / год. Потужність двигуна складала 22 кВт, а потужність трактора на гаку – 11 кВт. Колеса мали сталеві ободи з ґрунтозачепами.

1931 рік. 1 жовтня запрацював Харківський тракторний завод (ХТЗ), що випускав трактори ХТЗ-15/30, подібні тракторам СТЗ-15/30. Обидві моделі випускалися до 1937 року.

1937 рік. Сталінградський і Харківський тракторні заводи перейшли на випуск гусеничних тракторів СТЗ-НАТІ і ХТЗ-НАТІ загального призначення. Ці трактори мали карбюраторний двигун потужністю 37 кВт, який працював на гасі, і чотирьохшвидкісну коробку передач, яка дозволяла отримувати швидкість від 3,82 до 8,04 км/год. Потужність на гаку становила 25 кВт. Оскільки моделі тракторів, що випускаються обома заводами, не розрізнялися по конструкції, їх іменували об'єднаною маркою СХТЗ-НАТІ. ХТЗ з 1938 по 1941 рік паралельно з тракторами СХТЗ-НАТІ випускав частина тракторів ХТЗ-Т2Г з газогенераторними установками, які працювали на деревному паливі. Трактори СХТЗ-НАТІ в 1938 році на Міжнародній виставці в Парижі отримали найвищу нагороду – «Гран-прі». На Челябінському тракторному заводі в 1937 році почалося виробництво гусеничних тракторів С-65 (замість С-60) загального призначення з дизелем М-17 потужністю 47,8 кВт Трьохшвидкісна коробка передач забезпечила швидкість від 3,6 до 6,97 км/год. Потужність на гаку становила 36,8 кВт. Завод випускав ці трактори до 1941 року. У травні 1937 року на Міжнародній виставці «Мистецтво і техніка сучасного життя» в Парижі трактор С-65, зібраний на дослідному заводі, удостоївся найвищої нагороди – «Гран-прі». Трактор С-65 був першим вітчизняним дизельним трактором. З цієї моделі і почався перехід тракторного парку СРСР на дизельні трактори. Починаючи з 1938 року, трактор почав надходити на експорт.

1940 рік. СРСР вийшов на перше місце в світі по випуску гусеничних тракторів. Понад 40% світового випуску їх припадало на частку Радянського Союзу.

1942 рік. Почалося будівництво Алтайського тракторного заводу (АТЗ) в м. Рубцовську, куди було евакуйовано обладнання Харківського тракторного заводу. Через вісім місяців (24 серпня) зі складального конвеєра заводу зійшли перші трактори марки АТЗ-НАТІ.

1943 рік. Прийнято рішення про відновлення зруйнованих заводів СТЗ і ХТЗ і спорудженні нових в м Липецьку (ЛТЗ) і Володимира (ВТЗ).

1945 рік. Вступив в дію Володимирський тракторний завод (ВТЗ). Він відновив випуск колісних тракторів «Універсал» та продовжував випускати їх до 1955 року. Всього Володимирським і Кіровським заводами було випущено 209 006 тракторів. Трактор «Універсал» був першим радянським трактором, у великих кількостях експортувалися за кордон.

1946 рік. Після Великої Вітчизняної війни замість трактора С-65 Кіровський завод, евакуйований з Ленінграда на Урал, випускав трактор С-80 з двигуном КДМ-46 потужністю 59,9 кВт. Після 1958 р року трактор С-80 замінили тракторами Т-100, Т-100М і іншими модифікаціями.

1947 рік. З конвеєра новозбудованого Липецького тракторного заводу зійшов перший гусеничний трактор КД-35 загального призначення, який мав дизель потужністю 27,2 кВт, розвивав швидкість від 3,81 до 9,11 км/год і мав потужність на гаку 17,66 кВт. Цю модель завод випускав до 1956 р.

1953 рік. 14 жовтня з конвеєра Мінського тракторного заводу зійшов перший колісний трактор МТЗ-2 з пневматичними шинами. Двигун трактора мав потужність 26,5 кВт. П'ятишвидкісна коробка передач дозволяла отримувати швидкість руху від 4,56 до 12,95 км/год. Потужність на гаку становила 17,66 кВт. Завод весь час поліпшував якість і збільшував кількість випущених тракторів. Трактори «Білорусь» отримали 19 медалей на міжнародних виставках і ярмарках (16 золотих, 2 срібних і 1 бронзову). З 1985 року завод розпочав випуск більш потужного трактора – МТЗ-100 з дизелем потужністю 73,6 кВт.

1960 рік. Виробництво тракторів в СРСР перевершило виробництво тракторів в США або трьох разом узятих європейських країн – Англії, Франції і ФРН.

1977 рік. Тракторобудівники Радянського Союзу випустили десятимільйонний трактор. Збірка цього ювілейного відбулась на Волгоградському тракторному заводу.

1988 рік. Сто років з дня винаходу Федором Абрамовичем Блінова першого в світі гусеничного трактора.

Сучасні трактори. Задля забезпечення конкурентоспроможності своєї продукції компанія CLAAS постійно її вдосконалює, створюючи нові моделі та цілі типорозмірні їхні ряди. Так, новий модельний ряд тракторів Axion серії 900 (рис. 2), зокрема моделі Axion 920, Axion 930, Axion 940, Axion 950, перекривають значний діапазон потужності – від 320 до 410 к. с.



Рис.2 AXION 900

Компанія New Holland Agriculture виводить на ринок нову серію тракторів T8 GENESIS® з інтегрованою системою PLM Intelligence™ - інтуїтивно зрозумілою для користувача платформою точного землеробства New Holland. (рис. 3)



Рис.3 New Holland T8 GENESIS

На сьогодні компанія Valtra, яка входить до міжнародної корпорації AGCO, виготовляє чотири серії тракторів. Це серії А, N, Т та S потужністю від: 70 до 130 к. с. (серія А), 115–201 к. с. (серія N), 170–270 к. с. (серія Т – до речі, це вже шестициліндрові машини з об'ємом двигуна 6,6 або 7,4 л) та флагманська серія S із потужністю двигунів від 290 до 405 к. с. Однією із флагманських моделей на ринку України є трактор четвертого покоління Valtra T-234 (рис.4) із потужністю двигуна 235 к. с. Перше, що потрібно сказати про цю модель – це те, що машина створена, так би мовити, з чистого аркуша. І головними пріоритетами

під час її створення були: надійність, міцність, економічність, високотехнологічність і водночас – простота в експлуатації [5].



Рис.4 Valtra T-234

Висновок. Отже, трактори – це досить складні та захоплюючі агрегати, при вивченні яких можна охопити дуже багато наук. Вдосконалюючи їх конструкцію, за всі ці роки вони дуже сильно просунулись у прогресі, починаючи від зовнішнього вигляду, і закінчуючи їх конструкцією. Проаналізувавши всю історію, можу сказати, що розпочалась нова ера тракторів, і, напевне, вже в близькому майбутньому ця техніка може бути повністю автоматизована, опираючись на те, як швидко розвивається цей напрям, і вже скоро ми досягнемо нових висот.

Список використаних джерел

1. Перший трактор, двигун якого працював на нафтопродуктах URL: https://minitraktor.com.ua/ua/novosti/Pershyi_v_sviti_traktor_pracyuvav_na_pari (дата звернення 19.08.2023)
2. Перші колісні трактори з паровими двигунами URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Трактор> (дата звернення 19.08.2023)
3. Паровий двигун URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Паровий_трактор (дата звернення 19.08.2023)
4. Перший повноцінний трактор URL: <https://gardenunion.com.ua/istorija-stvorennja-traktora-38/> (дата звернення 19.08.2023)
5. Сучасні трактори URL: <https://propozitsiya.com/ua/sovremennye-traktora> (дата звернення 19.08.2023)

Андрій ПЛАТОНОВ⁵,
студент 4-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ РОЗМІРІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ ТА ЇХ ВИРОБНИЧИХ ПІДРОЗДІЛІВ

***Анотація.** Ця стаття представляє комплексний огляд методів та підходів до визначення оптимальних розмірів сільськогосподарських підприємств та їх виробничих підрозділів. Вона досліджує актуальні проблеми та виклики, пов'язані з оптимізацією масштабу в сільському господарстві і визначає ключові фактори, що впливають на прийняття обґрунтованих рішень щодо розмірів підприємств.*

Стаття оглядає різні методології та моделі, використовувані для оцінки раціональних розмірів сільськогосподарських підприємств, і детально розглядає їх переваги та недоліки. У підсумку, ця стаття є важливим ресурсом для дослідників, фахівців та керівників сільськогосподарських підприємств, які цікавляться питаннями оптимізації та підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва.

***Annotation.** This article presents a comprehensive review of methods and approaches to determining the optimal size of agricultural enterprises and their production units. It explores current issues and challenges related to optimizing scale in agriculture and identifies key factors that influence informed decisions about enterprise size.*

The article reviews the various methodologies and models used to estimate the rational size of agricultural enterprises and examines their advantages and disadvantages in detail. In conclusion, this article is an important resource for researchers, specialists and managers of agricultural enterprises who are interested in optimizing and increasing the efficiency of agricultural production.

Вступ. Сільськогосподарські підприємства є важливими складовими сільськогосподарського сектору, який визначає стабільність та розвиток економіки багатьох країн. Один з ключових аспектів успішної діяльності сільськогосподарських підприємств - це раціональне визначення розмірів цих підприємств та їх виробничих підрозділів.

Розмір сільськогосподарського підприємства може суттєво впливати на його ефективність та конкурентоспроможність на ринку. Великі підприємства можуть мати переваги в масштабах виробництва, але водночас вимагають більших інвестицій та управлінських ресурсів. Малі підприємства можуть бути

⁵Науковий керівник - асистент Єленич А.П. кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

більш гнучкими та менш капіталоємними, але можуть містити обмеження у здатності забезпечити стабільний дохід.

Таким чином, дослідження методів обґрунтування раціональних розмірів сільськогосподарських підприємств та їх виробничих підрозділів є актуальним завданням для розвитку сільськогосподарського сектору. У даному дослідженні ми спробуємо розглянути різні підходи та методи, які можна використовувати для визначення оптимальних розмірів сільськогосподарських підприємств і підрозділів, а також вивчити їх вплив на ефективність виробництва та прибутковість.

Ця робота має на меті допомогти сільськогосподарським підприємствам приймати обґрунтовані рішення щодо свого розміру та структури, щоб досягти найкращих результатів в умовах сучасного ринкового середовища. Дослідження буде базуватися на аналізі теоретичних підходів та практичних досліджень, проведених у сільському господарстві.

Виклад основного матеріалу. Розмір сільськогосподарського підприємства є одним з факторів, що впливають на ефективність виробництва. Тому необхідно мати раціональні розміри підприємств, що в значній мірі на сучасному етапі розвитку продуктивних сил сприяють підвищенню ефективності виробництва.

Для обґрунтування раціональних розмірів сільськогосподарських підприємств використовують статистичні, монографічний, варіантний, розрахунково-конструктивний та інші методи.

Методика обґрунтування раціональних розмірів сільськогосподарських підприємств включає кілька етапів розрахунків. На першому етапі вивчають ефективність фактичних розмірів підприємств та їх виробничих підрозділів, використовуючи при цьому *статистичний метод досліджень*. Підприємства певного виробничого типу в регіоні групують за розмірами сільськогосподарських угідь, ріллі, основних виробничих фондів, поголів'ям худоби і виявляють залежність між розмірами підприємств та результатами виробництва у різних за розмірами групах господарств (за виходом продукції на одиницю площі, продуктивністю праці, рентабельністю виробництва тощо) [1].

Раціональні розміри сільськогосподарських підприємств у сучасних умовах визначаються за допомогою комбінаційного групування господарств. Під час цього процесу, господарства групуються спершу за вартістю валової продукції на одиницю площі, і потім в межах цих груп поділяються на підгрупи відповідно до рівня рентабельності їх виробництва. Підприємства, які потрапляють у найвищу групу за вартістю валової продукції і, крім того, до найвищої підгрупи за рентабельністю, вважаються раціональними з точки зору розміру в сучасних умовах.

Після цього використовується монографічний метод дослідження. Досліджуються розміри найкращих господарств і їхні показники ефективності виробництва. Ці найкращі господарства обираються з найкращої підгрупи за показниками ефективності виробництва в найвищій групі підприємств. Розміри підприємств, а також ефективність їхнього виробництва, вивчаються протягом кількох років. При аналізі цього найкращого господарства звертають увагу на

техніку, технології та організацію виробництва як в цілому, так і в окремих господарських підрозділах. Матеріали, отримані під час дослідження цього найкращого підприємства, використовуються для подальших розрахунків, пов'язаних із визначенням раціональних розмірів господарства на перспективу.

Під час визначення раціональних розмірів виробничих бригад і ферм використовується варіантний метод. Суть цього методу полягає в тому, що для кількох варіантів розміру виробничої бригади або ферми розраховують витрати виробництва, які залежать від конкретного виробничого підрозділу. Сюди входять внутрішньобригадні (внутрішньофермерські) і транспортні витрати. У всіх варіантах розрахунків всі інші умови залишаються однаковими, за винятком розміру виробничого підрозділу (наприклад, площа землі для рослинництва або кількість худоби на фермі). Мінімальна сума змінних витрат на одиницю площі виробничої бригади (у випадку рослинництва) або на голову худоби (на фермі) визначає оптимальний розмір даного виробничого підрозділу підприємства.

Після визначення раціональних розмірів виробничих бригад і ферм за допомогою варіантного методу, проводять подальший аналіз і визначають оптимальні параметри. В цьому процесі враховують не тільки економічні показники, але й фізичні обмеження, такі як доступність робочої сили, земельні ресурси, обсяги виробництва та споживчий попит. За допомогою інтеграції цих факторів визначають оптимальні розміри виробничих бригад і ферм, які будуть найбільш вигідними з точки зору ефективності та прибутковості.

Після встановлення раціональних розмірів виробничих бригад і ферм, далі можна розглянути оптимальний розмір всього сільськогосподарського підприємства, враховуючи кількість і розміри різних виробничих бригад і ферм. Цей аналіз сприяє збалансованому розподілу ресурсів і максимізації прибутковості підприємства в цілому.

Важливо відзначити, що під час визначення раціональних розмірів сільськогосподарських підприємств необхідно регулярно перевіряти і оновлювати дані та аналізи, оскільки умови ринку та технології можуть змінюватися з часом. Регулярне оновлення допомагає підтримувати ефективність та конкурентоспроможність сільськогосподарських підприємств у динамічному середовищі.

Здійснені розрахунки з визначення раціонального розміру бригади, ферми доцільно перевірити визначенням інших показників ефективності виробництва за варіантами (витрати на одиницю продукції, чистий доход на одиницю площі, голову худоби, а також строк окупності капітальних вкладень - для ферми).

На завершальному етапі розрахунків з визначення раціонального розміру сільськогосподарського підприємства на прикладі кращого підприємства певного виробничого типу уточнюють розміри виробничих підрозділів, виробничу та організаційну структуру підприємства з урахуванням спеціалізації, організації земельної території господарства на перспективу.

Найбільш важливим при обґрунтуванні раціонального розміру сільськогосподарських підприємств є визначення розміру виробничих підрозділів: у рослинництві - виробничих бригад, у тваринництві - ферм. Наприклад, розмір тракторно-рільничої бригади за земельною площею у

рослинництві має забезпечити високопродуктивне використання техніки, зручність управління бригадою, раціональну організацію сівозмінної площі. Критерієм оптимальності при використанні варіантного методу є змінні витрати (які залежать від бригади) на одиницю площі. Їх поділяють на дві групи: витрати на експлуатацію тракторного парку, що зменшуються з розрахунку на одиницю площі зі збільшенням площі ріллі у бригаді, і транспортні витрати, які збільшуються на одиницю площі при збільшенні земельної площі бригади. Розрахунки проводять за кількома варіантами розміру земельної площі в бригаді. Варіант, де найменші сумарні витрати (по обох виділених групах) і є оптимальним розміром земельної площі в бригаді [2].

Мета визначення раціональних розмірів тваринницьких ферм - створити необхідні умови для раціональної організації виробництва продукції тваринництва. При цьому вибирають найбільш ефективні технології утримання худоби і засоби механізації, обґрунтовані раціони годівлі тварин, що забезпечують максимально можливу їх продуктивність. Спеціалізація ферм за видами і статевими-віковими групами, правильне розміщення їх на території господарства значною мірою впливають на збільшення розмірів ферм.

Варіантний метод визначення розміру тваринницьких ферм, наприклад, на молочній фермі, передбачає проведення розрахунків у варіантах: 200 корів; 400; 600; 800; 1000; 1200; 1400; 1600 корів.

Обчислюючи ефективність різних варіантів розміру ферми, спершу визначають суму внутрішньофермерських і транспортних витрат на одну голову худоби і одиницю продукції за варіантами розмірів ферми. Всі інші умови приймаються рівними для всіх варіантів. При цьому для кожного варіанта складають технологічну карту виробництва даного виду продукції тваринництва. Мінімальні сумарні витрати та інші показники ефективності виробництва з розрахунку на голову худоби і одиницю продукції за інших рівних умов вказують на оптимальний розмір ферми. Варіанти розрахунку, в яких сумарні витрати (внутрішньофермерські і транспортні) істотно підвищуються порівняно з іншими варіантами, визначають межі розміру ферми, за якими збільшення їх розміру економічно не вигідне [3].

Зміна основних показників ефективності, наприклад, молочних ферм залежно від їх розміру підтверджується такими даними (табл. 1)

Таблиця 1

Показники економічної ефективності молочних ферм залежно

від їх розміру (з розрахунку на 1 гол.) Показники	Поголів'я корів на фермі					
	200	400	600	800	1000	1200
Поточні виробничі витрати (в % до витрат при розмірі ферми 200 гол.)	100,0	96,0	95,1	94,7	94,9	95,1
Приведені витрати (в % витрат при розмірі ферми 200 гол.)	100,0	94,7	93,1	92,3	91,7	91,3
Строк окупності, років	9,5	7,5	6,3	5,8	5,4	4,9

Як видно з таблиці 1 найменші виробничі витрати на одну корову у варіанті на 800 голів, а варіанти від 800 до 1200 голів перебувають у межах раціональності.

Світова практика свідчить, що кількість великих ферм поступово збільшується, малих, навпаки, зменшується. Якщо, наприклад, у США в 1935 р. було 6,8 млн. ферм при середньому розмірі 50 га, то в 1995 р. - 2 млн. при середньому розмірі 187 га. В Канаді середній розмір ферми становить 231 га, Англії - 107 га, інших країнах Західної Європи - значно менше. На старих землях Німеччини (колишня ФРН) середній розмір селянського господарства 34,5 га, на нових землях (колишня НДР) - 152 га. Проте на землях колишньої НДР більшість сільськогосподарських угідь належать кооперативам із середнім розміром 1461 га.

Великі ферми США і країн Західної Європи забезпечують одержання значної частини валового виробництва продукції, прибутку. Так, у США 106 тис. великих ферм (4,6 % загальної кількості) займали 24,3 % всієї землі, давали 51% всієї товарної сільськогосподарської продукції і 58 % прибутку [4].

Висновки. Ефективність великих ферм. За даними, поданими у статті, великі ферми у США та країнах Західної Європи забезпечують значну частину виробництва сільськогосподарської продукції та прибутку. Це свідчить про те, що великі ферми можуть бути більш ефективними з точки зору виробничих витрат і прибутковості. Зменшення кількості малих ферм. Дані показують, що кількість малих ферм зменшується, і це може бути пов'язано з ускладненими умовами сучасного сільськогосподарського виробництва. Власники малих ферм можуть відчувати тиск від конкуренції з боку великих ферм. Раціональність розміру ферми. За даними з таблиці 1 варіант з 800 голів корів відзначається найменшими виробничими витратами на одну корову, що може свідчити про раціональність такого розміру ферми. Проте варіанти від 800 до 1200 голів також залишаються в межах раціональності, що дає простір для вибору відповідно до конкретних обставин. Зміни в аграрному секторі. В статті наведено приклади змін у розмірах ферм в різних країнах, що свідчать про диверсифікацію та адаптацію аграрного сектора під сучасні умови. Розмір ферми може залежати від різних факторів, таких як доступ до ресурсів, технологічний рівень, інфраструктура та ринкові умови.

Отже, загальний висновок полягає в тому, що сільське господарство в сучасному світі стає все більше орієнтованим на великі ферми, проте існують можливості для раціонального вибору розміру ферми залежно від конкретних умов і цілей господарства.

Список використаних джерел

1. Андрійчук В.Г. Економіка аграрних підприємств: Підручник.-2-ге вид., доп. і перер. Київ: КНЕУ. 2020. 624 с.
2. Куриленко Т.П. Інвестиційне проектування: Навч. посібник для студ. вищих навч. закл. / Міжнародний ун-т фінансів. Київ, 2018. 140с.
3. Організація і планування виробництва на сільськогосподарських підприємствах. Підручник. За ред. Л.Я. Зрібняка. Київ: Урожай, 2020. 352 с.

4. Шкільов О.В. Організація виробництва і підприємницької діяльності в сільськогосподарських підприємствах. Підручник. Київ: Урожай, 2019. 336 с.

Віталій КОЛІСНИК⁶,
студент 4 курсу,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ СТВОРЕННЯ СПРИЯТЛИВОГО МІКРОКЛІМАТУ В ОВОЧЕСХОВИЩАХ

***Анотація.** В роботі проведено аналіз динаміки охолодження шару соковитої рослинної сировини (СРС) в період охолодження. Зроблено висновки про те, що охолодження насипу відбувається пошарово, зміна динаміки температурних полів по висоті насипу не залежить від напрямку продувки «знизу - вгору» або «зверху - вниз», а температурні поля мають дзеркальне відображення відповідно до напрямку продувки.*

***Annotation.** The work analyzes the dynamics of the cooling of the layer of juicy plant material (SRS) during the cooling period. It was concluded that the cooling of the embankment occurs in layers, the change in the dynamics of the temperature fields along the height of the embankment does not depend on the direction of blowing "from below - up" or "from above - down", and the temperature fields have a mirror image according to the direction of blowing.*

***Вступ.** Забезпечення споживання населенням різноманітних овочів, окрім належного рівня їх виробництва, значною мірою залежить від достатньої ефективності зберігання. Зменшення втрат призводить до зниження собівартості продукції, її енерго- та матеріалоємності, а також питомих затрат праці. Вкладення коштів у зберігання продукції овочівництва значно ефективніше, ніж у розширення її виробництва.*

Овочі, у зв'язку з високим вмістом у них води (більш 75%), виділені в особливу групу сільськогосподарської продукції - соковита рослинна сировина (СРС).

***Результати досліджень.** В сільськогосподарських овочесховищах у холодний період року спостерігається постійне виділення біологічного тепла. Тому теплотехнічні характеристики зовнішніх огорожень повинні забезпечувати такий тепловий потік через них, щоб запобігти переохолодженню СРС при низькій температурі зовнішнього повітря. Видалення із приміщення*

⁶Науковий керівник – к.т.н., доцент Граняк В.Ф., кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

надлишків теплоти, коли температура вище розрахункової, здійснюється системами вентиляції.

В процесі зберігання овочі виділяють вологу. Для кожного продукту виділення вологи різне: для картоплі становить $j = 10$ г/(т. годину), капусти $j = 20,3$ г/(т. годину), моркви $j = 8,8$ г/(т. годину), буряка $j = 7,6$ г/(т. годину).

На практиці для зберігання СРС у підготовчий період, який триває 15...20 діб, рекомендується температура $t_k = 10...20^\circ\text{C}$. У період охолодження протягом 20...30 діб, темп зниження температури здорової продукції $\Delta_z = 0,5^\circ\text{C}/\text{добу}$, травмованої - до $1^\circ\text{C}/\text{добу}$. В основний період зберігання: для картоплі $t_k = 2...4^\circ\text{C}$, для капустин $t_k = -1...0^\circ\text{C}$, для моркви та буряка $t_k = 0...1,5^\circ\text{C}$, для цибулі $t_k = -3...-1^\circ\text{C}$ у зимовий період, і $t_k = 18...20^\circ\text{C}$ решта часу (холодно-теплий спосіб зберігання).

Оптимальний вологісний режим насипу СРС - це режим, сформований під впливом теплоти дихання і випарної здатності продукту при повній ізоляції від зовнішнього середовища [1]. Зниження величини ϕ_v у комплексі з оптимальною температурою продовжує стан спокою, а відповідно і термін зберігання.

Численні теоретичні і експериментальні дослідження свідчать про наявність на поверхні СРС пружної насиченої водяної пари, яка перевищує пружність пари навколишнього середовища [2]. Жива тканина має температуру вище, ніж навколишнє середовище, що викликає випаровування вологи з її поверхні навіть при $\phi_v=100\%$.

У підземному виконанні можуть бути споруджені склади, овочесховища, бурти й деякі інші сільськогосподарські споруди. Товщина шару землі обсіпних підземних споруджень визначається з урахуванням несучої здатності конструкцій, але в кожному випадку повинно виконуватися співвідношення $h_p > h_{min}$, де h_{min} - мінімальне заглиблення або товщина обсіпання, для підтримки заданої температури на внутрішніх поверхнях огорожі.

У нормативних документах приводиться максимальна глибина промерзання ґрунтів. Для розрахунків реального температурно - вологісного режиму в приміщенні потрібна поточна температура внутрішніх поверхонь огорожень протягом року. Такі задачі необхідно вирішувати з урахуванням фазових переходів (замерзання, відтавання) води в ґрунті.

Значення швидкості руху повітря в насипу лежать у межах $u = 0,04...0,2$ м/с [3] і не повинні перевищувати $0,4...0,5$ м/с для запобігання виривання повітрям води із овочів. З теплофізичної точки зору для підтримки необхідного за технологією зберігання теплового режиму насипу необхідно підтримувати параметри, які приведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Значення швидкості руху повітря та продуктивності у залежності від висоти насипу

$h, \text{м}$	$u_{min}, \text{м/с}$	$L_{min}, \text{м}^3/\text{ГОД}$
До 1,0	0,075	110
1,0...2,0	0,1	145
2,5	0,15	215
4,0...5,0	0,25	360
Більше 5,5	Більше 0,35	500

Зберігання в регульованому газовому середовищі (РГС) загальмовує процеси дихання при збільшенні концентрації CO_2 і зниженні концентрації O_2 . При розробці проектів холодильних камер із РГС для плодоовочевої продукції рекомендують концентрацію $\text{O}_2 = 3 \pm 1\%$, $\text{CO}_2 = 5 \pm 1\%$ [4].

Вологообмін у шарі продукції розглядається не як психрометрична закономірність, а як процес обробки повітря, що продувається, насипом продукції, що виділяє певну теплоту й вологу. Це трактування становить термодинамічну сутність вологообміну. Вона дає можливість вирішувати питання тепломасообміну з використанням діаграм вологого повітря. Енергетична сутність вологообміну виражається залежністю:

$$W = Q / \varepsilon_t \quad (1)$$

де: ε_t – тепловологісна характеристика зміни стану повітря в насипу;

t – середня температура повітря в насипу.

У стаціонарних сховищах СРС розташовується в контейнерах, засіках і навалом. Коли необхідні параметри повітря в сховищах не можуть бути забезпечені системами природньої вентиляції, застосовують механічну вентиляцію. При природній вентиляції можливість підтримування необхідної температури в масі СРС обмежується висотою шару картоплі та столового буряка 1,0...1,2 м, капусти - до 0,8 м, через недостатню подачу повітря, при якій не відбувається перегрів СРС. Механічна вентиляція застосовується при контейнерному зберіганні. Рух повітря, викликаний вентиляцією, у контейнерах практично не спостерігається, 80...90% повітря проходить між контейнерами [11]. Це говорить про неефективність управління мікрокліматом в масі продукції зміною повітрообміну в сховищах, обладнаних загальною механічною вентиляцією.

Принциповою відмінністю сховищ, які обладнані системами активної вентиляції (САВ), є можливість створення й керування мікрокліматом у будь-якому локальному об'ємі насипу. Продуктивність і циклічність включення САВ диференціюється за видами СРС, способам зберігання і кліматичними характеристиками регіону.

Для розрахунку характеристики роботи САВ необхідно ввести коефіцієнт використання вентиляції:

$$K_\varepsilon = \Delta \tau_\varepsilon / 24, \quad (2)$$

де $\Delta \tau_\varepsilon$ – час роботи САВ за добу, годин.

Величину K_ε можна представити за допомогою двох розмірних параметрів:

$\eta_{ef} = 10^4 \Delta z_{onm} / q_v$, $\text{m}^3 \text{ }^\circ\text{C} / \text{кДж}$ - параметр охолодження;

$L_{ef} = L_v \Delta T_o / q_v$, $\text{m}^3 \text{ }^\circ\text{C} / \text{кДж}$ - умовна витрата повітря:

$$K_\varepsilon = 2(1 + 0,25 \eta_{ef}) / (1 + 1,5 L_{ef}). \quad (3)$$

Оптимальні значення питомих витрат повітря в період охолодження СРС лежать у межах:

$$717/h > L_{v.onm} \geq (3,8 q_v + 1,1 \cdot 10^4 \Delta z_{onm}) / \Delta T_o. \quad (4)$$

В основний період зберігання картоплі:

$$0,4 q_v \leq L_{v.onm} < 717/h. \quad (5)$$

У формулах (1.4) і (1.5): $q_v = 80...90 \text{ кДж}/(\text{м}^3/\text{год}) = 32...36 \text{ Вт}/\text{т}$;

$L_{v.onm} = 35...45 \text{ м}^3/(\text{м}^3/\text{год}) = 50...60 \text{ м}^3/(\text{т} \cdot \text{год})$ - питома витрата повітря; $\Delta z_{onm} = 0,02...0,04^\circ\text{C}/\text{год}$ - біологічно оптимальний темп охолодження насипу; ΔT_o - зниження температури бульб у період охолодження.

Дана методика розрахунків режимів роботи САВ придатна як при типовому проектуванні, так і для визначення конкретних режимів експлуатації електрообладнання в умовах діючих сховищ.

Дослідженнями доведено, що при взаємодії аероіонів з біологічними об'єктами відбувається передача енергії від аероіонів до клітин об'єкту.

Режим електрообробки рослинної продукції з соковитими тканинами досліджували: Є.М. Живописцев, А.Д. Рахматов, М.А. Мараквелідзе, А.І. Бут, В.Р. Файтельберг-Бланк, П.Н. Монтик, М.П. Будько, V. Tvarozek та ін.

При такій обробці концентрація аероіонів складає від $1 \cdot 10^{10}$ до $5 \cdot 10^{16} \text{ м}^{-3}$ найчастіше – від $1 \cdot 10^{11}$ до $5 \cdot 10^{12} \text{ м}^{-3}$. Періодичність обробки від одноразової до щоденної, її тривалість – від 700 с до 8 годин. При дослідженнях прослідковувалася тенденція до обернено – пропорційної залежності між концентрацією аероіонів з одного боку, і тривалістю та періодичністю обробки з іншого. Це дає підстави ставити питання про певну дозу енергетичної дії, яка можлива при різних поєднаннях режимів аероіонної обробки.

Питомі енерговитрати на аероіонну обробку (рис. 1) складають 0,4...0,6 кВт · год/т.

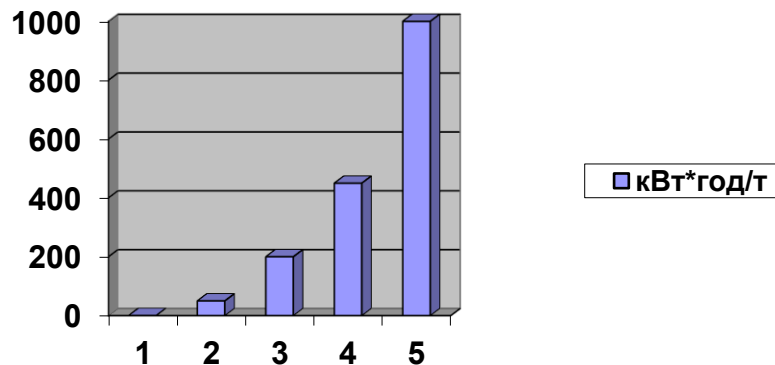


Рис. 1. Питоми енерговитрати при зберіганні рослинної продукції з соковитими тканинами: 1 – на аероіонну обробку; 2 – в кормосховищі; 3 – в картоплесховищі; 4 – в фруктосховищах на базі холодильної установки; 5 – в холодильнику для фруктів місткістю 1000 тонн з використанням регульованого газового середовища

Концентрація озону від $0,1$ до $250 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$, практично ж використовується діапазон від 5 до $30 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$

Встановлено, що доповнюючи традиційні методи зберігання електрообробкою можна при незначних затратах отримати додатково 20% продукції, собівартість якої буде на 2 порядки нижче решти способів зберігання.

Основи розрахунків електронних іонізаторів заклали Н.А.Капцов,

В.І.Попков, І.П. Верещагін, М.П. Салата та ін.

Оскільки споживання овочів та фруктів в Україні недостатнє, то для покращення цього стану, поряд із збільшенням їх виробництва, потрібно вдосконалювати методи зберігання та обладнання для реалізації як відомих, так і нових методів зберігання.

Слід відзначити, що втрати фруктів та овочів у промислово розвинених країнах становлять 25%.

Клімат України дозволяє використовувати для тривалого зберігання рослинної продукції з соковитими тканинами системи активної вентиляції. Недоліком таких систем є те, що разом з охолодженням інтенсифікуються процеси дихання, що негативно впливає на процес зберігання.

Природний рівень іонізації під час вегетації позитивно впливає на лежкість вирощеної рослинної продукції з соковитими тканинами, тому логічним є застосування штучної іонізації для покращення лежкості цієї продукції. З іншого боку, він може бути показником, що характеризує здатність рослинної продукції з соковитими тканинами до зберігання.

Аероіонна обробка рослинної продукції з соковитими тканинами дозволяє скоротити втрати при зберіганні. Вона може поєднуватися з усіма існуючими технологіями зберігання підвищуючи їх ефективність, а також застосовуватись автономно. Вона не потребує переоснащення діючого технологічного обладнання. Енерговитрати на аероіонну обробку на кілька порядків нижчі енерговитрат при традиційних технологіях зберігання. Обґрунтована перспективність використання аероіонної обробки рослинної продукції з соковитими тканинами у всіх типах існуючих сховищ.

На основі енергетичного балансу отримане диференціальне рівняння, яке описує зміну окислювально-відновного потенціалу картоплі при зберіганні після обробки у полі коронного розряду:

$$\tau_3 \cdot \frac{dE_3}{dt_3} + E_3 = E_{y3} \quad (6)$$

де τ_3 - стала часу зберігання після обробки;

E_3 - поточне значення ОВП при зберіганні картоплі;

E_{y3} - усталене значення ОВП при зберіганні картоплі після обробки;

t_3 – тривалість зберігання картоплі після обробки.

При початкових умовах $t = 0$; $E_3 = E_{\text{поч } 3}$ дане диференціальне рівняння має розв'язок:

$$E_3 = E_{y3} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t_3}{\tau_3}} \right) + E_{\text{поч } 3} e^{-\frac{t_3}{\tau_3}} \quad (7)$$

Для оцінки ефекту аероіонної обробки картоплі існує методика вимірювання біопотенціалів рослинної продукції з соковитими тканинами з використанням іоніметрів типу ЭВ74, И135 тощо [5]. Для вимірювань застосовується платиновий електрод для вимірювання ОВП і допоміжний

хлорсрібний електрод, які вводять у картоплю. Вимірюють ОВП до обробки і після неї. За зміною ОВП встановлюють ефективність обробки.

Проведені експериментальні дослідження підтвердили експоненціальний характер зміни біопотенціалів картоплі при обробці та зберіганні.

На рис. 2 представлена залежність зміни ОВП картоплі від тривалості обробки. Для картоплі сорту “Луговська” після аероіонної обробки при концентрації аероіонів $\eta = 8,6 \cdot 10^{12} \text{ м}^{-3}$ і коефіцієнті кореляції 0,999 маємо $U_{\infty} = 210,1 \text{ мВ}$; $\tau_{об} = 13 \text{ хв}$; $U_{поч} = 270,6 \text{ мВ}$.

На рис. 1.3 приведено результати досліджень зміни ОВП картоплі при зберіганні після обробки у полі коронного розряду. Для апроксимації кривої взяті значення ОВП, що відповідають 0, 5, 12, 19 і 36 добам зберігання. В результаті маємо: $E_{3y} = 268,2 \text{ мВ}$; $t_3 = 20 \text{ діб}$; $U_{поч} = 210,1 \text{ мВ}$, а коефіцієнт кореляції 0,997.

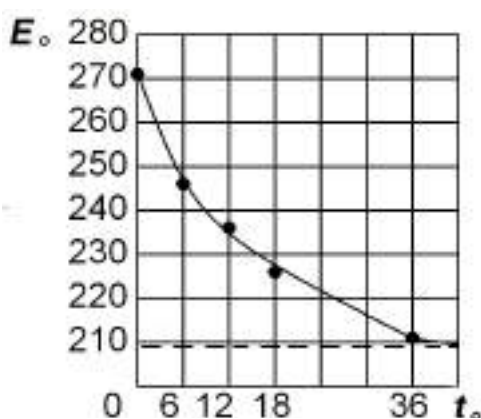


Рис. 2. Залежність окислювального-відновного потенціалу від тривалості обробки картоплі

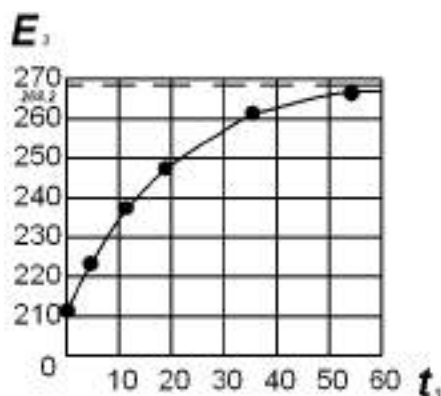


Рис. 3. Залежність окислювального-відновного потенціалу картоплі від тривалості зберігання

Дослідженнями встановлено, що стала часу обробки рослинної продукції з соковитими тканинами складає 10..15 хвилин, а стала часу зберігання 15..20 діб.

Виконана перевірка ефективності режимів аероіонної обробки, визначених за допомогою вимірювання біопотенціалів. Одноразова обробка картоплі сорту “Світанок” після обробки впродовж 20 хвилин при концентрації аероіонів $8 \cdot 10^{12} \text{ м}^{-3}$ після зберігання впродовж 6,5 місяців в виробничих умовах дозволила зменшити втрати по відношенню до втрат необробленої картоплі на 19 %.

Висновки. Проведений аналіз динаміки охолодження шару СРС в період охолодження дозволяє зробити наступні практичні висновки: охолодження насипу відбувається пошарово; зміна динаміки температурних полів по висоті насипу не залежить від напрямку продувки «знизу - вгору» або «зверху - вниз», температурні поля мають дзеркальне відображення відповідно до напрямку продувки.

Список використаних джерел

1. Берг Г.В., Ален Ю.С., Піві Д.О. Розподіл температури в пористому шарі при неусталеному режимі після раптового нагрівання продуванням теплоносієм. *Теплопередача*. 1986. №2. С. 78-83.
2. Бодров В. І. Зберігання картоплі і овочів: Інженерні методи створення і підтримування технологічного мікроклімату. 1985. 220 с.
3. Дискін Л.М. Вихрові термостати і повітроохолоджувачі. Харків. 1991. 132 с.
4. Жадан В. З. Вологообмін в плодовоочесховищах. «Агропромвидат», 1985. – 197 с
5. Жадан В. З. Теоретичні основи кондиціонування повітря при зберіганні соковитої рослинної сировини. *Харчова промисловість*. 1972. №4 (47) С. 22-38.

Лариса САДКІВСЬКА⁷,

студентка 4 курсу,

інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

HORSCH TA RUX В АВТОМАТИЗАЦІЮ

Анотація. Логічний крок для Horsch є автоматизація. Вони успішно створили автономну робото-сівалку та самохідну сівалку, які йдуть до майбутніх сільськогосподарських практик завдяки прогресу технологій. Прочитавши статтю можна дізнатися особливості цих сівалок. Звісно це ще не всі автономні механізми від HORSCH, і на нас чекає ще багато чого цікавого.

Annotation. The logical step for Horsch is automation. They have successfully created an autonomous robotic planter and a self-propelled planter that are leading to future farming practices thanks to the advancement of technology. After reading the article, you can find out the features of these planters. Of course, these are not all autonomous mechanisms from HORSCH, and we have a lot more interesting things waiting for us.

Вступ. HORSCH є одним із провідних світових виробників інноваційної сільськогосподарської техніки та сучасних рішень для обробки ґрунту, посіву та

⁷Науковий керівник: к.т.н., професор Гунько І.В., завідувач кафедри агроінженерії та технічного сервісу

захисту рослин. У компанії Horsch зазначили, що інноваційні концепції автономного водіння та управління дуже важливі у дослідженнях та розробках нових роботизованих технологічних рішень для сільського господарства. Електроніка та програмне забезпечення з року в рік забезпечують нові функції в машині та навколо неї. Поки що лише на початку створення інтелектуальної мережі функцій, машин і послуг. У майбутньому HORSCH має намір ще більш послідовно використовувати отримані можливості для оптимізації робочих процесів та інформаційних потоків для своїх клієнтів. Ось чому працюють в галузі системних технологій із розширеною командою розробників над автоматизацією та підключенням машин. Надають велике значення надійності компонентів і функцій. Мета полягає в тому, щоб підвищити простоту використання та продуктивність машин HORSCH з електронікою [1].

Автоматизація – це більш тривалий процес, кінцева мета якого – повна автономність, коли водій більше не потрібен. В автоматизації важливо вирішувати питання, які найпростіше реалізувати, пов'язані з посівом, захистом посівів, удобренням і механічним контролем бур'янів. Обробіток ґрунту не так на першому плані, але також не такий складний і працює більше збоку. З іншого боку, автоматизувати процеси збору врожаю дуже складно. Ще далеко до того, щоб збиральна машина їздила по полю без водія, незалежно від того, чи це комбайн, чи картоплезбиральний, чи бурякозбиральний. Факторів впливу в цій сфері просто занадто багато. Дистанційне керування машинами на сьогодні дозволене і ліцензоване для використання в радіусі 500 м.

Автономність дає перевагу можливості керувати високорозвиненими системами за допомогою цифрових інструментів, таких як смартфони та планшети, використовуючи переваги агрономічного досвіду та, таким чином, створюючи нову та сучасну операційну модель [2].

Як зазначають експерти компанії, для (частково) автономної роботи необхідно три елементи:

- система кермового управління GPS зі смугами руху;
- географічна прив'язка полів та культур;
- рішення, що забезпечують питання безпеки.

В даний час законодавчий орган не робить відмінностей між дорогами та полями, тому Horsch закликає переглянути ці правила. У польових умовах швидкість роботи набагато нижча, а за допомогою камер, радарів та лідарних систем можна гарантувати необхідну безпеку.

Автономний робот (рис. 1), створений Horsch, оснащений гусеничним трактором із дизельним двигуном потужністю 330 к.с., 18-метровою сівалкою Maestro (24 рядки, 75 см) і системою наведення Trimble. Сівалка Maestro має компактну конструкцію та була спеціально розроблена для сумісності з автономним трактором. Цю систему можна транспортувати за допомогою вантажівки. «Робо» також може працювати з рядовими сівалками Avatar і Serto, а також з агрегатами типу Joker і Cruiser.

Українці отримали нагоду першими у світі побачити у роботі автономну роботизовану сівалку Horsch Robo (рис. 2). Її представили під час офіційного відкриття представництва Horsch у селі Велика Солтанівка на Київщині. Міхаель

Хорш розповів, що до представлення новинки в Україні, компанія не давала пресі офіційної інформації про неї — хотіли, щоб українські аграрії першими дізналися деталі [3].

Управління машини здійснюється за допомогою спеціального пульта чи iPad. Дальність дії пульта — 2 км. Через правила техніки безпеки поки що заборонено дозволяти Robo виконувати свою роботу самостійно.

Із зображення видно, що автономне обладнання від Horsch оснащено гусеницями, концепція яких, здається, належить Claas. Зараз Horsch не розкриває багато інформації про Robo [1;3].

Якщо Horsch Robo з носом і гусеничною ходовою частиною все ще трохи нагадував трактор, HORSCH Gantry більше не нагадує нічого, що ми знаємо в сільськогосподарському секторі. Машина чимось схожа на Raven OMNiPOWER. Робота також тестували під час сівби, зібрану тоді інформацію використали для вдосконалення машини. Кажуть, що Horsch все ще працює над третім підходом до автономної машини.

Під час зустрічі для журналістів, що відбулася в Німеччині на початку вересня 2023 року, Міхаель Хорш оголосив про призупинення проекту автономного транспортного засобу на двох гусеницях під назвою RO 1. Натомість Horsch розроблятиме автономні машини, призначені для виконання конкретних завдань, наприклад сівалка RO. G500.



Рис. 1. Horsch Robo



Рис. 2. Демонстрація Horsch Robo

Міхаель Хорш обґрунтував своє рішення відмовитися від проекту робота-трактора переважно економічними розрахунками. На його думку, автономні трактори, які мають замінити традиційні трактори, не дешевші за них. Крім того, до кінця не вирішено питання про те, як роботи пересуваються дорогами. Однак автономна машина з високою продуктивністю на великих полях має сенс, і Horsch тепер піде цим шляхом [1;4].

Horsch RO G 500 (рис. 3) – це самохідна сівалка з можливістю автономного проходження ліній, попередньо спланованих на комп'ютері. Машина, представлена громадськості, тепер дозволяє Horsch зробити значні кроки до повної автоматизації та автономії в галузі.

Технічно кажучи, HORSCH RO G 500 – це центральна силова головка, яка розташована над висівними елементами.

Horsch представив свою концепцію автономної сівалки Gantry RO G 500 на виставці Bahia Farm Show у Луїс-Едуардо-Магальянс, Баїя, Бразилія на початку червня. Сівалка є результатом 20 років роботи, яка стала можливою завдяки прогресу в технологіях.

Horsch RO G 500 (рис. 3) має централізований двигун, розташований над рядами посіву. Тяга передня і задня, міжколісна відстань 11 і 4 метри відповідно. З такою конфігурацією великих колісних пар він проходить лише один раз по передбаченій лінії, щоб уникнути ущільнення, головним чином у вологих ґрунтах. Крім того, він має центральні насінневі баки загальною ємністю 12 000 літрів. З двома колесами спереду та двома колесами ззаду, а рама просувається між колесами. Він базується на подвійних V-дисккових елементах, уже відомих у поточному асортименті, оскільки вони походять від сівалки точного висіву Maestro. Бункери такого обсягу були розроблені для сівби сої, де великі обсяги насінневих відсіків корисні для підвищення ефективності роботи за рахунок скорочення часу зупинок для завантаження [5].



Рис. 3. HORSCH Gantry

Серія Maestro зібрана. Важкі подвійні дискові сошники з бічним наведенням глибини забезпечують точне закладення насіння та постійне підтримання глибини посіву. Конструкція Horsch Gantry також має переваги: вага, необхідна для рядкових фрез і прикочувальних дисків, може бути дуже ефективно передана від шасі з насінневими контейнерами та двигуном до висівної планки та розподілена по всій робочій ширині. А висота шасі дозволяє посадочній штанзі відображати навіть нерівності ґрунту. Крім того, літні посівні планки можна обміняти на озимі.

Суттєво відрізняється від попереднього прототипу – Robo – який, як вважають, буде працювати з дизельним двигуном 500 к.с. у поєднанні з гідростатичним приводом і Claas Axion Terratracs. Компонування залишає простір для кріплення різних інструментів для сівби, розпилення або навіть транспортування зерна. Управління здійснюється за допомогою iPad або спеціально створеного пульта дистанційного керування та використовує систему керування Trimble. HORSCH приділяє першочергову увагу проекту розробки Gantry. Великі теми включають технологію GPS і вдосконалення планування смуг, наскільки це можливо. Концепція сівалки Horsch RO G 500 розрахована на робочу ширину до 36 метрів. Крім того, є можливість обміну літніх планок посіву на озимі. Крім технології GPS і покращеного планування дорожнього руху для підвищення ефективності, увага також приділяється виявленню та безпеці навколишнього середовища. Планування лінії поля створюється на комп'ютері, щоб машина могла слідувати їй автономно.

Під силовою головкою розташовані окремі зернові корпуси від відомого HORSCH на робочу ширину (рис. 3).

Автономна сівалка RO G 500 пересувається по полю самостійно, звичайно ж, за задалегідь прийнятою схемою. Проте на наступному етапі проекту додали кабінку (рис. 4). Особа, яка знаходитиметься в кабіні, повинна помітити, зняти та контролювати роботу висівних агрегатів та оптимізувати їх налаштування [6].

За допомогою прототипу робота Horsch Gantry конструктор спочатку прагне задовольнити потреби таких країн, як Бразилія, яка має гігантську ділянку. Цільові ферми мають від 5 до 10000 га в одному місці. Там поширена практика прямого посіву. Компанія Horsch перевірила Gantry RO G 500 у другій половині 2022 року, коли його використовували в районах посіву сої в регіоні Мато-піба.

Менше одного мільйона євро, це буде мінімальна ціна, яку потрібно заплатити, щоб бути конкурентоспроможним проти трактора потужністю 500 к.с. і 24-метрової сівалки, орієнтовний бюджет якої в Бразилії становить 1,3 мільйона євро.

З експериментальною фермою AgroVation у Чеській Республіці HORSCH розпочав розробку ферми ControlledTrafficFarming (скорочено CTF). Те, що спочатку розглядалося як суто сільськогосподарська тема для покращення структури ґрунту та, отже, врожайності шляхом зменшення смуг, швидко було використано як вступ до цифрового планування смуг та для оптимізації процесів на землі.[7]



Рис. 4. RO G 500 з кабіною

Технічний прогрес і досвід, отриманий під час планування площ і смуг, дозволили сіяти сою та кукурудзу за допомогою HORSCH Gantry у Бразилії у другій половині 2022 року.

Висновок. Показано, що Horsch поступово та певними кроками рухається в автоматизацію. У їхніх планах було заплановано створити три автономних агрегата, але покищо продемонстровано лише дві автономних сівалок, які показанні в статті. Звісно це ще не кінець і багато чого цікавого можна чекати від Horsch.

Список використаних джерел

1. Horsch zrezygnował z ciągnika-robota i stawia na siewnik autonomiczny - traktor24. *traktor24*. URL: <https://traktor24.pl/horsch-zrezygnowal-z-ciagnika-roboty-i-stawia-na-siewnik-autonomiczny/> (date of access: 03.10.2023).

2. "Horsch" laiž klajā pašgājējsējmašīnu. *Sākums*. URL: <https://lasi.lv/saimnieks-uznemejs/tehnika-un-tehnologijas/horsch-laiž-klajā-pasgajejsejmasinu.5869> (date of access: 03.10.2023).

3. AgriMarketing.com - German Manufacturer Horsch Introduces Autonomous Planter. *AgriMarketing.com*. URL: <https://www.agrimarketing.com/s/145741> (date of access: 03.10.2023).

4. A HORSCH is beszállt az autonóm traktorok fejlesztésébe. *A HORSCH is beszállt az autonóm traktorok fejlesztésébe*. URL: <https://www.axial.hu/cikkek/hirek/a-horsch-is-beszallt-az-autonom-traktorok-fejlesztesebe> (date of access: 03.10.2023)

5. Horsch test autonome zaairobot. *Nieuwe Oogst*. URL: <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2022/03/10/horsch-test-autonome-zaairobot> (date of access: 03.10.2023).

6. HORSCH lança pulverizador na TecnoShow Comigo 2022 | Revista Cultivar. *Revista Cultivar*. URL: <https://revistacultivar.com.br/noticias/horsch-lanca-pulverizador-na-tecnoshow-comigo-2022> (date of access: 03.10.2023).

7. Horsch Introduces New Autonomous Planter. *Precision Farming Dealer*. URL: <https://www.precisionfarmingdealer.com/articles/5517-horsch-introduces-new-autonomous-planter> (date of access: 03.10.2023).

Нікіта ХИТРУК⁸,
студент 5 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ З ВИКОРИСТАННЯМ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ

***Анотація.** Розробка математичних моделей систем електроприводу є важливим завданням для підвищення якості та продуктивності мехатронних систем. Ця робота може бути використана в різних галузях і має великий потенціал для застосування в сучасних технологіях. Після цього модель може бути впроваджена в роботу для покращення управління та контролю системи.*

***Annotation.** The development of mathematical models of electric drive systems is an important task for improving the quality and productivity of mechatronic systems. This work can be used in various fields and has great potential for application in modern technologies. The model can then be implemented to improve system management and control.*

***Вступ.** Системи електроприводу в сучасному світі є невід'ємною частиною автоматизованих процесів виробництва, робототехніки, транспорту, а також багатьох інших сфер. Вони забезпечують точне керування рухом і потужністю механічних систем, що забезпечує високу продуктивність і ефективність виробництва.*

Моделювання систем електроприводу з використанням математичних методів є важливою складовою вдосконалення та оптимізації таких систем. Ця практика дозволяє аналізувати та прогнозувати роботу електроприводу в різних умовах і з різними параметрами, необхідними для досягнення конкретних вимог щодо швидкості, точності, інтеграції та безпеки.

⁸Науковий керівник: асистент Штуць А. А. кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Математичні методи в моделюванні систем електроприводу дозволяють враховувати різноманітні аспекти, такі як електродинаміка, механіка, регулювання та керування перехідним чи динамічним режимом електропривода. Вони дозволяють аналізувати взаємодію між компонентами системи, враховуючи різні сценарії роботи, в яких можуть виникати різні типи навантаження та умови роботи.

У цьому дослідженні ми зосередимося на методах і техніках моделювання систем електроприводу, які дозволяють отримувати точні та надійні прогнози щодо їхньої продуктивності та функціональності. Проаналізувавши режим роботи при переході з одного усталеного стану в інший.

Результати досліджень, що стосуються режиму роботи системи електроприводу при переході з одного усталеного стану в інший (який відбувається під час пуску, гальмування та реверсу), є наступними:

1. Пуск системи: Під час пуску електроприводу було виявлено залежність між часом розгону і споживаною потужністю. Ця залежність дозволила оптимізувати процес пуску, зменшити споживану потужність та скоротити час досягнення робочої швидкості.

2. Гальмування: Дослідження гальмування системи електроприводу виявило важливу залежність між часом гальмування і ефективністю гальмування. Використовуючи математичну модель, було розроблено алгоритм, який дозволив зменшити витрати енергії при гальмуванні та зберегти механічну стабільність системи.

3. Реверс: При дослідженні реверсу системи електроприводу була виявлена залежність між часом переключення напрямку руху і витратами енергії. Моделювання дозволило визначити оптимальний час та параметри для безперешкодного та ефективного переходу в режим реверсу.

Ці результати досліджень відіграють важливу роль у підвищенні продуктивності, надійності та ресурсу системи електроприводу. Вони можуть бути використані для розробки більш ефективних керуючих стратегій та оптимізації роботи системи в режимі пуску, гальмування та реверсу, що сприяє покращенню її функціональності та зменшенню витрат енергії.

Перехідним чи динамічним режимом електропривода називається режим роботи привода при переході з одного усталеного стану до другого, який відбувається під час пуску, гальмування або реверсу.

У перехідному режимі електропривода одночасно і взаємопов'язано між собою діють перехідні механічні, електромагнітні і теплові процеси. При процесах, які швидко протікають, зміна теплового стану електропривода у більшості випадків несуттєво впливає на інші процеси, тому в подальшому при побудові графіків перехідних процесів зміну теплового стану не будемо враховувати. У цьому випадку мають на увазі протікання тільки механічних і електромагнітних процесів, які в сукупності називаються електромеханічними перехідними процесами. Проаналізувавши режим роботи при переході з одного усталеного стану в інший, який відбувається під час пуску, гальмування, реверсу, було побудовано відповідні залежності. ($\omega = f(t); M = f(t); I = f(t)$).

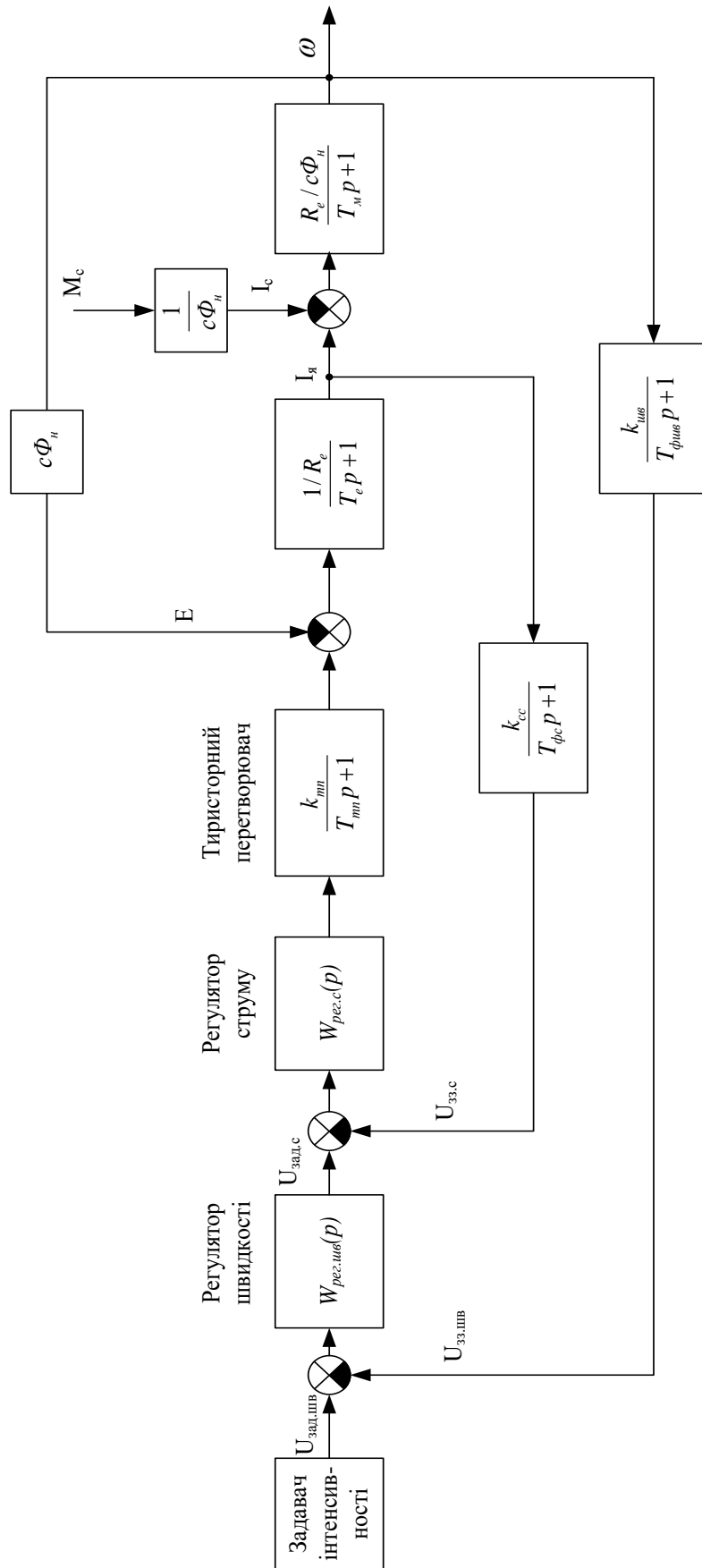


Рисунок 1.1. Структурна схема електропривода системи ТП – Д

За даними структурної схеми складаємо математичну модель з врахуванням отриманих в коефіцієнтів і сталих часу.

Передаточну функцію корегуючого пристрою можна реалізувати за допомогою типового ПІ-регулятора, принципова схема ввімкнення якого зображено на рисунку 1.2.

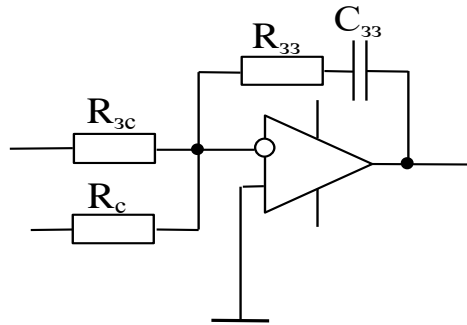


Рисунок 1.2. Принципова схема ПІ-регулятора

Передаточна функція ПІ-регулятора:

$$R(p) = \frac{1 + R_{33} \cdot C_{33} \cdot p}{R_{33} \cdot C_{33} \cdot p} \quad (1.1)$$

Задаємося ємністю в колі зворотного зв'язку регулятора струму $C_{зз,рег.с} = 1$ (мкФ) $= 1 \cdot 10^{-6}$ (Ф). Вибираємо конденсатор [2] типу К53а 1 мкФ х 29 В.

Опір кола зворотного зв'язку регулятора струму:

$$R_{зз,рег.с} = T_e / C_{зз,рег.с}, \quad (1.2)$$

$$R_{зз,рег.с} = 0,0097 / 1 \cdot 10^{-6} = 9597,92 \text{ (Ом)}.$$

Вибираємо резистор на 10 кОм типу Series K5W 10 К.

Опір входу завдання регулятора струму:

$$R_{зад,рег.с} = T_{рег.с} / C_{зз,рег.с}, \quad (1.3)$$

$$R_{зад,рег.с} = 0,033 / 1 \cdot 10^{-6} = 33356,14 \text{ (Ом)}.$$

Вибираємо резистор на 35 кОм типу Series K5W 35 К, тобто приймаємо

$$R_{зад,рег.с} = 35 \cdot 10^3 \text{ (Ом)}.$$

Вхідний опір регулятора струму:

$$R_{рег.с} = 2 \cdot T_{\mu c} \cdot R_{зз,рег.с} \cdot k_{тп} \cdot k_{cc} / (T_e \cdot R_e), \quad (1.4)$$

$$R_{рег.с} = 2 \cdot 0,005 \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 28,85 \cdot 0,133 / (0,0097 \cdot 1,218) = 34753,5 \text{ (Ом)}.$$

Вибираємо резистор на 35 кОм типу Series K5W 35 К, тобто приймаємо

$$R_{рег.с} = 35 \cdot 10^3 \text{ (Ом)}.$$

Оскільки передбачається обмеження напруги регулятора швидкості, то приймаємо другу ступінь вхідного опору регулятора струму (що відповідає

ділянці обмеження характеристики) рівною опорю каналу зворотного зв'язку регулятора струму, тобто $R'_{\text{рег.с}} = R_{\text{зз.рег.с}} = 10 \text{ (кОм)} = 1 \cdot 10^4 \text{ (Ом)}$.

Вибираємо резистор на 10 кОм типу Series K5W 10 K.

Розрахунок параметрів П-регулятора:

Контур швидкості синтезуємо на підставі використання модульного критерію.

Передаточну функцію корегуючого пристрою можна реалізувати за допомогою типового П-регулятора, принципова схема ввімкнення якого зображено на рисунку 1.3.

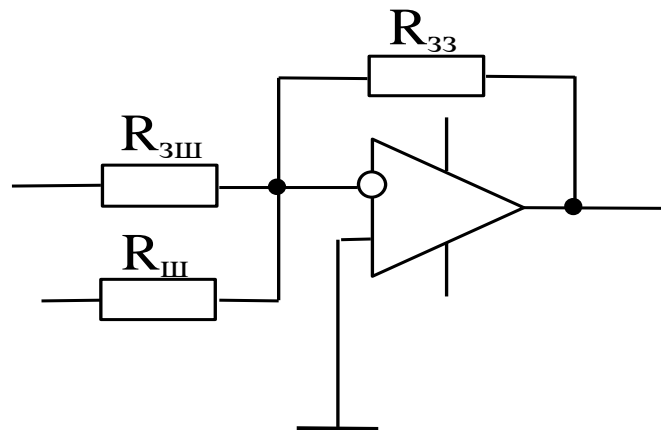


Рисунок 1.3. Принципова схема П-регулятора

Задаємося опором резистора для кола завдання регулятора швидкості номіналом 30 кОм типу MF-2-30K: $R_{\text{зад.рег.шв}} = 30 \text{ (кОм)} = 30 \cdot 10^3 \text{ (Ом)}$. Тоді опір каналу зворотного зв'язку П-регулятора швидкості:

$$R_{\text{зз.рег.шв}} = k_{\text{рег.шв}} \cdot R_{\text{зад.рег.шв}}, \quad (1.5)$$

$$R_{\text{зз.рег.шв}} = 110,005 \cdot 30 \cdot 10^3 = 3,3 \cdot 10^6 \text{ (Ом)}.$$

Вибираємо резистор типу SMD 3,5 МОм 0805 5% з опором 3,5 МОм, тому уточнене значення опорю каналу зворотного зв'язку регулятора швидкості $R_{\text{зз.рег.шв}} = 3,5 \text{ (МОм)} = 3,5 \cdot 10^6 \text{ (Ом)}$.

Вхідний опір регулятора швидкості:

$$R_{\text{рег.шв}} = R_{\text{зад.рег.шв}} \cdot k_{\text{тг}} / k_{\text{шв}}, \quad (1.6)$$

$$R_{\text{рег.шв}} = 30 \cdot 10^3 \cdot 0,7 / 0,032 = 6,6 \cdot 10^5 \text{ (Ом)}.$$

Вибираємо резистор типу SMD 750 кОм 0805 5% з опором 750 кОм, тому уточнене значення опорю каналу зворотного зв'язку регулятора швидкості $R_{\text{рег.шв}} = 750 \text{ (кОм)} = 7,5 \cdot 10^5 \text{ (Ом)}$.

Вибираємо операційний підсилювач типу LF157 [1] для виконання функцій регулятора.

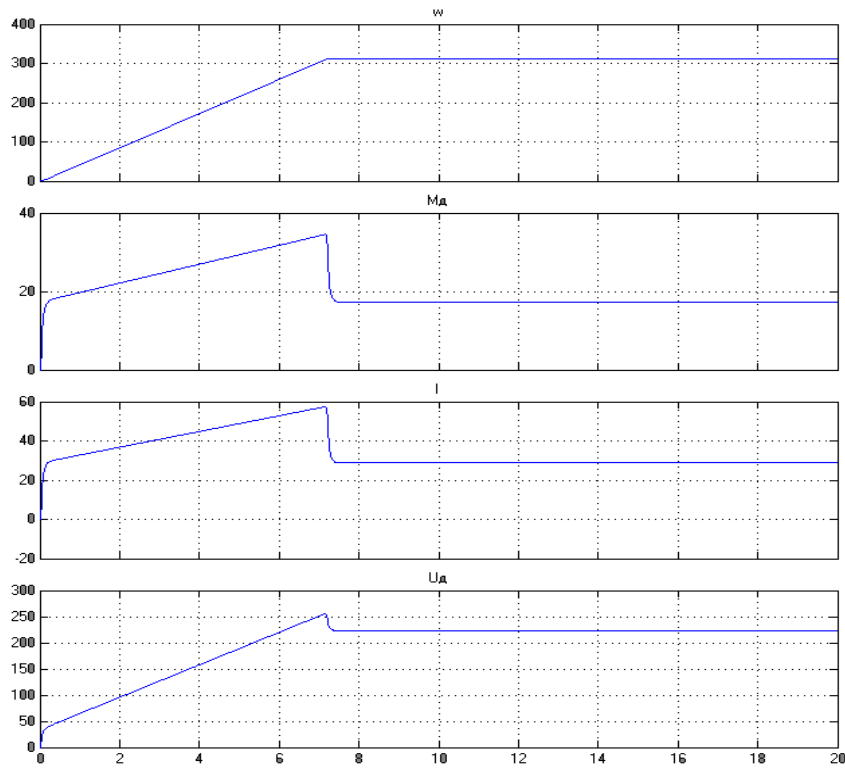


Рисунок 1.5. Моделювання роботи системи ТП-Д з лінійною залежністю $M = f(\omega)$ в тривалому режимі роботи S1

На рисунку 1.5: ω – швидкість електроприводу, рад/с; M_d – момент двигуна, Н·м; I – струм якоря двигуна, А; U_d – вихідна напруга тиристорного перетворювача, В.

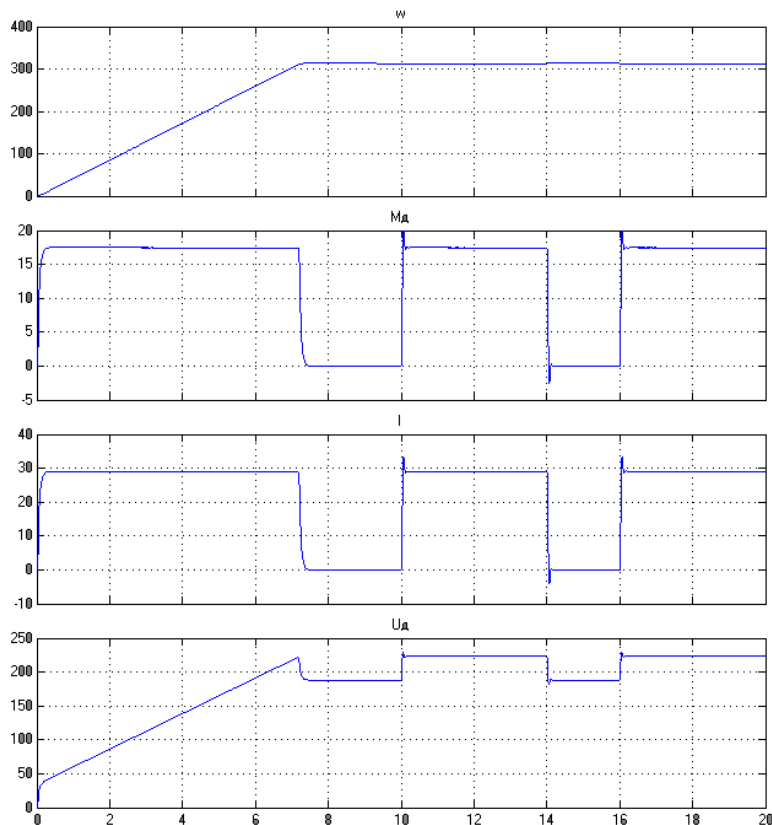


Рисунок 1.6. Моделювання системи ТП-Д в переміжному режимі S6

На рисунку 1.6: ω – швидкість електроприводу, рад/с; M_d – момент двигуна, Н·м; I – струм якоря двигуна, А; U_d – вихідна напруга тиристорного перетворювача, В.

Висновок. Як видно з графіків перехідних процесів, внаслідок введення регуляторів система плавно переходить на номінальний режим роботи при пуску без коливань швидкості, тобто система працює стабільно.

Список використаних джерел

1. Anand B. Aspalli M. Dynamic dq model of induction motor using Simulink. Intern.Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT), 2015, vol. 24 (5), p. 252–257.

2. Goolak, S., Gerlici, J., Tkachenko, V., Sapronova, S., Lack, T., & Kravchenko, K. Determination of parameters of asynchronous electric machines with asymmetrical windings of electric locomotives. Communications-Scientific letters of the University of Zilina. 2019. Vol. 21(2), pp. 24-31. <https://doi.org/10.26552/com.С.2019.2.24-31>.

3. Возняк О.М., Штуць А.А., Колісник М.А. Сучасні системи електроприводів. Теорія та практика (частина 1): навч. посіб. Вінницький національний аграрний університет. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ». 2021. 280 с.

4. Видмиш А.А., Штуць А.А. Поліпшення характеристик перетворювача електропривода в перехідних режимах. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агроінженерні дослідження.* 2019. № 23. С. 61-69.

5. Возняк О. М., Штуць А.А., Замрій М.А. Система управління колекторним двигуном *Техніка, енергетика, транспорт АПК.* 2021. № 1 (112). С. 100-112.

6. Видмиш А. А., Штуць А. А. Дослідження динамічних характеристик замкненої системи електропривода гравітаційного бетонозмішувача шляхом комп'ютерного моделювання *Вісник ХНУ. Серія: Технічні науки.* 2021. №1 (293). С. 113-125.

В'ячеслав БАЗАЛИЦЬКИЙ⁹,
студент 4 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ТА МЕТОДИ ЗБЕРІГАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ: НОВІ ГОРИЗОНТИ ЕФЕКТИВНОСТІ

***Анотація.** На сьогоднішній день не існує ефективних та вартісних захисних матеріалів для техніки. Використання відпрацьованих мастил і бензино-бітумних сумішей для захисту сільськогосподарської техніки не дає тривалого захисту.*

Дослідження в основному зосереджено на покращенні складу бітумних матеріалів та параметрів обладнання. Показано покращені рецептури асфальтових сумішей на основі наявних інгредієнтів. Оцінено технологічну та корозійну стійкість інгібованих бітумних композицій при зберіганні сільськогосподарської техніки. Вивчено вплив технічних факторів на змішування рідких і твердих компонентів при виробництві інгібованих бітумних композицій.

***Ключові слова.** корозія, сільськогосподарська техніка, зберігання, захист, бітум, інгібітор, захисна суміш.*

***Annotation.** Currently, there are no effective and cost-efficient protective materials for machinery. The use of used oils and benzene-bitumen mixtures for protecting agricultural equipment does not provide long-lasting protection.*

The research primarily focuses on improving the composition of bituminous materials and equipment parameters. Enhanced formulations of asphalt mixtures based on available ingredients are demonstrated. The technological and corrosion resistance of inhibited bituminous compositions during the storage of agricultural equipment has been assessed. The influence of technical factors on the blending of liquid and solid components in the production of inhibited bituminous compositions has been studied.

***Keywords.** corrosion, agricultural equipment, storage, protection, bitumen, inhibitor, protective mixture.*

***Вступ.** Зберігання машин є важливою частиною обслуговування сільськогосподарської техніки під час періодів їх неактивності. У сільському господарстві більшість машин працюють із перервами, адже, наприклад, плуг працює лише близько 20% часу, сівалка – 6-8%, жатка – 8-10%, а саджалка – 3-4% протягом року. Важливість правильного зберігання полягає у тому, що техніка довготривало перебуває під впливом шкідливих факторів, таких як*

⁹Науковий керівник – к.т.н, доцент Паладійчук Ю.Б. кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

волога, перепади температур, сонячне світло, вітер, що призводить до корозії металевих деталей та втрати еластичності гумових компонентів [1,2].

У сільськогосподарських підприємствах важливо дотримуватися певного алгоритму зберігання техніки:

1. Організаційні заходи загалом.
2. Відбір та підготовка місць для зберігання.
3. Підготовка машин до зберігання.
4. Контроль та обслуговування під час зберігання.
5. Вилучення машин зі складу.

Зберігання передбачає комплекс заходів, спрямованих на збереження продуктивності обладнання під час періодів неактивності. Це може бути позмінна зміна (до 10 днів), короткочасне (від 10 днів до двох місяців) та довгострокове (понад два місяці) зберігання [1,2].

У зв'язку з повільним оновленням технічного парку часто використовується застаріла та менш ремонтпридатна техніка, що веде до збільшення витрат на обслуговування. Використання захисних покриттів може знизити вартість підтримки обладнання. Проте відсутність відповідних захисних матеріалів і відсутність відомостей про їхнє використання у сільському господарстві ведуть до проблем [2].

Необхідно вивчати технологію виготовлення захисних матеріалів та їхнє використання в умовах механічного зберігання. Також важливо удосконалити рецептури бітумних компаундів та параметри обладнання для їхнього виробництва та застосування. Виконання цих завдань має ключове значення для збільшення ефективності антикорозійного захисту обладнання та зниження витрат на його утримання [2].

Актуальність теми дослідження. Дослідження цих аспектів є надзвичайно важливим, оскільки вони вирішують актуальну проблему захисту сільськогосподарського обладнання і мають потенціал в значній мірі продовжити термін служби та ефективність сільськогосподарської техніки.

Виклад основного матеріалу. У важливому контексті нанесення захисних мастил, важко переоцінити роль відповідної в'язкості. Звертаючи увагу на забезпечення оптимальних умов пневматичного нанесення, варто відзначити, що верхній ліміт в'язкості захисних мастил складає 150 за ВЗ-4. Ця величина підходить для здійснення нанесення за допомогою пневматичного методу. У контексті використання пневматичних розпилювачів, особливу вагу має досягнення якісного рівня розпорошення, а також підтримання відповідної в'язкості інгібованого бітумного складу, яка становить 100 за ВЗ-4.

Важливим фактором, що визначає в'язкість бітумних складів, є вміст розчинника, який вводиться до суміші, а також температура нагрівання. Це свідчить про те, що налаштування параметрів нагрівання може відігравати значну роль у досягненні бажаної в'язкості для нанесення.

Окрім того, було проведено аналіз впливу уайт-спіриту на умовну в'язкість бітумних складів № 1 і № 8. Дослідження були проведені за температури 20-22°C. Графічне представлення аналізу на Рисунку 1 виявило динаміку технологічних концентрацій розчинника, виходячи з залежностей між в'язкістю

бітумних складів та вмістом уайт-спіриту. Ця інформація вказує на необхідність детального підходу до дозування розчинника для досягнення бажаних властивостей бітумних складів.

Таким чином, виявляється, що в'язкість бітумних складів впливає на їхню придатність до пневматичного розпилення, а роль уайт-спіриту в цьому контексті виявилася особливо важливою.

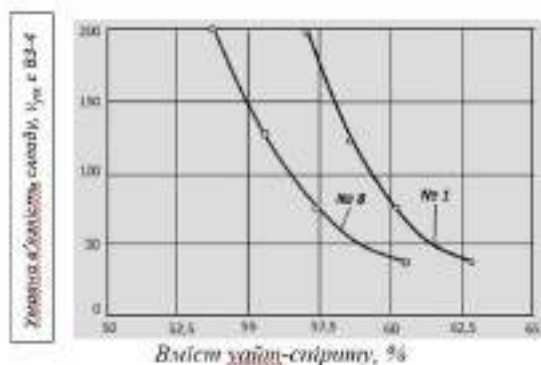


Рис. 1. Вплив вмісту уайт-спіриту на умовну в'язкість $\nu_{ум}$ бітумних складів №1 і №8.

Досліджуючи бітумний склад № 1, виявлено, що технологічна концентрація уайт-спіриту в ньому складає 59%, тоді як для складу № 8 ця концентрація становить приблизно 57%. Умовна в'язкість складів за таких технологічних концентрацій уайт-спіриту трохи менше 100 за ВЗ-4. Ця суміш забезпечує ефективне розпилення при нанесенні пневматичним розпилювачем СО-71, а товщина захисної плівки може досягати 60 мкм.

Для складів № 1 і № 8, що містять сланцеву мастику, використовується менш дорогоцінний компонент - мазут М100, який додається в бітумний склад. Також інгібовані бітумні склади, як МЕБ-3 і МЕБ-4, включають в себе мазут М100. Готовий інгібований бітумний склад МЕБ-3 складається з наступних компонентів (у % від маси): бітум - 31%; мазут - 31%; уайт-спірит - 31%; присадка Емульгін - 7%. Склад МЕБ-3 може висихати під відкритим небом за 2 місяці та зберігати свою еластичність [3,4].

На рисунку 2 представлена залежність між в'язкістю, температурою нагріву і вмістом уайт-спіриту.

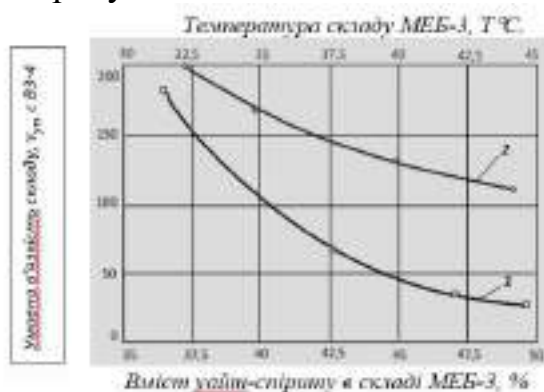


Рис. 2. Вплив вмісту уайт-спіриту (1) і температури T нагріву (2) на умовну в'язкість $\nu_{ум}$ бітумного складу МЕБ-3.

При розгляді характеристик складу МЕБ-3 можна відзначити, що при температурі 30 °С він володіє в'язкістю, яка перевищує 250 з ВЗ-4. Однак, за умов нагрівання до 40-45 °С, в'язкість складу знижується до значень в межах 100-130 з ВЗ-4. Ця знижена в'язкість сприяє його ефективному розпиленню пневматичним розпилювачем. З метою подальшого поліпшення процесу розпилення за допомогою пневматичного розпилювача, було запропоновано додавання 10% уайт-спіриту до готового складу МЕБ-3. Це призводить до зниження в'язкості до 100 з ВЗ-4. Таким чином, загальний вміст уайт-спіриту в складі МЕБ-3 підвищується з 31 до 41% [3,4].

Цікавою є аналогія між складами МЕБ-3 та № 8, які незважаючи на однакову в'язкість, виявляють певні різниці у складі. Зокрема, склад МЕБ-3 містить на 16% менше уайт-спіриту, який варто відзначити є найбільш вартісним з усіх компонентів складу.

З метою оптимізації витрат та зниження вартості виготовлення інгібованих бітумних складів розглядається можливість заміни уайт-спіриту на більш економічний розчинник – дизельне паливо. Таким чином, був створений новий склад МЕБ-4, в якому відбулася заміна уайт-спіриту на дизельне паливо, а співвідношення компонентів було відновлено [4].

У складі МЕБ-4 наявні наступні компоненти (у % за масою): бітум – 25%; мазут М100 – 40%; присадка емульгін – 5%; дизельне паливо – 30%. Зазначимо, що підвищення вмісту дизельного палива від 30% до 42% в складі МЕБ-4 призводить до лінійного зниження щільності, як це ілюструється на рисунку 3.

Ці дані підкреслюють важливість балансування компонентів складів, яке може відігравати суттєву роль у забезпеченні оптимальних характеристик інгібованих бітумних складів, а також у зниженні витрат на їх виробництво [4].

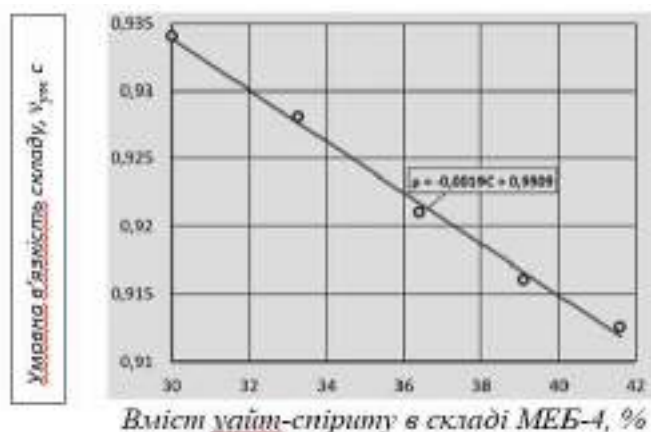


Рис. 3. Вплив вмісту дизельного палива (C) на щільність (ρ) складу МЕБ-4.

Зв'язок між якістю змішування компонентів та щільністю складу МЕБ-4 та вмістом дизельного палива, визначає відносні показники експрес-оцінки.

Готовий інгібований бітумний склад МЕБ-4 має в'язкість, що перевищує 200 за ВЗ-4. Для розведення цього складу може бути застосований нестилований автомобільний бензин [4,5].

Рисунок 4 демонструє, що покриття бензино-бітумного складу з великою товщиною має менш ефективні захисні характеристики порівняно з іншими складами, і також виявляє значно вищі показники втрат від корозії.

Таблиця 1

Параметри бітумних покриттів на вертикальній поверхні.

Найменування складу	Мінімальна нормативна витрата суміші, г/м ²		Середня товщина покриття, мкм	
	Через 4 год.	Через 14 діб	Через 4 год.	Через 14 діб
МЕБ-4	50	39	53	40
МЕБ-4+16% бензину	44	35	49	37
МЕБ-4+24% бензину	42	33	47	35
МЕБ-4+9% диз. палива	38	30	41	32
МЕБ-4+17% диз. палива	28	21	31	22
Бензино-бітумний (ББС)	74	72	89	76

Втрати металу при застосуванні бензино-бітумного складу прийнято за базовий рівень 100%. Додавання 16% бензину до складу МЕБ-4 призводить до легкого зниження його захисних характеристик, оскільки втрати металу зростають від 9,9% до 22,8%. Властивості складу МЕБ-4 залишаються практично незмінними при додаванні 4% дизельного палива або розведенні цього складу 16% бензину. Однак, зі збільшенням розведення дизельним паливом до 17%, спостерігається зниження захисних характеристик та значне зростання втрат металу від корозії до 73,4% [5].

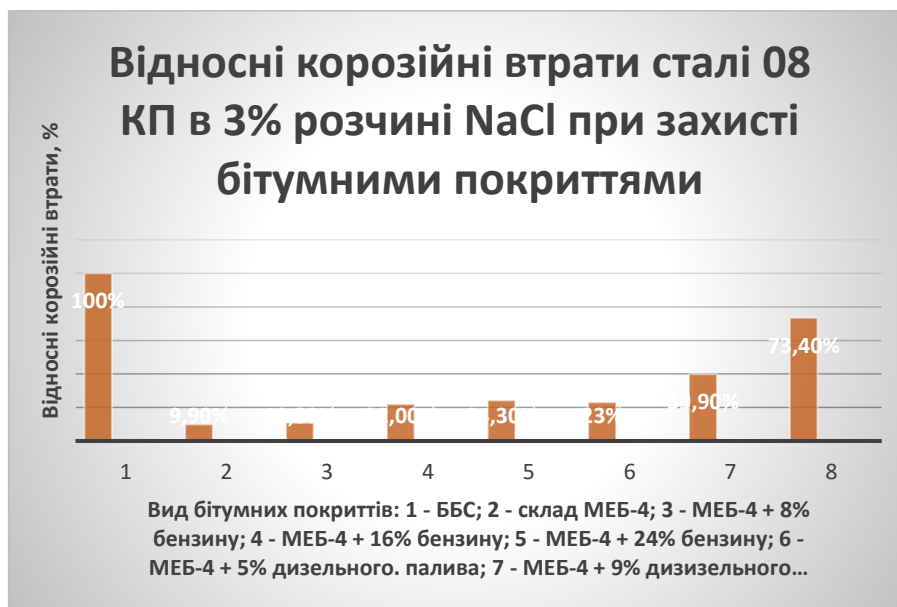


Рис. 4. Відносні корозійні втрати сталі 08 КП в 3% розчині NaCl при захисті бітумними покриттями.

Склад МЕБ-4 забезпечує більш ефективний захист сталі від корозії під тоншими покриттями, в порівнянні зі складом ББС. При цьому покриття складу МЕБ-4 є в 2-3 рази тонше. Введення присадки емульгін, яка містить аліфатичні аміни, призводить до посилення інгібуючих властивостей у бітумних складах [5].

Атмосферостійкість інгібованих бітумних покриттів: Консерваційні матеріали, що ґрунтуються на інгібованих бітумних складах для покриття машин та обладнання, розташованого на відкритих майданчиках, піддаються впливу вологості, кисню повітря, сонячної радіації, коливання температури тощо. Ці чинники викликають зміни в структурі покриття та призводять до погіршення його захисних характеристик [5,6].

Додатково, для оцінки ефективності захисту покриття важливо також оцінити зниження швидкості корозії захищеного металу. Таким чином, ступінь захисту Z_1 визначається за наступною формулою [5-8].

$$Z_1 = \left(1 - \frac{K_1}{K_0}\right) \cdot 100\% \quad (1)$$

де K_0 – швидкість корозії контрольної партії пластин, г/(м² · міс).

K_1 – швидкість корозії металу.

Відношення швидкостей корозії на захищеній і контрольній пластинах знаходять за формулою 2 [1,15].

$$\frac{K_1}{K_0} = 1 - \frac{Z_1}{100} \quad (2)$$

Внаслідок зміни вмісту компонентів у бітумному складі, спостерігатиметься зміна швидкості корозії металу під новим покриттям. Ця зміна вмісту матеріалів також вплине на відношення швидкостей корозії на захищених та контрольних пластинах, яке визначиться за формулою [5,6].

$$\frac{K_2}{K_0} = 1 - \frac{Z_2}{100} \quad (3)$$

де K_2 – швидкість корозії металу під новим покриттям.

Z_2 – ступінь захисту покриттям.

За допомогою виразів 2 і 3 визначимо, як зміниться швидкість корозії захищеного металу при зміні ступеня захисту покриття [5,6].

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{100 - Z_1}{100 - Z_2} \quad (4)$$

Формула 4 дозволяє оцінити динаміку гальмування процесу корозії на захищених пластинах за допомогою вдосконаленої рецептури бітумних складів.

Зі збільшенням вмісту сланцевої мастики та зниженням вмісту бітуму спостерігається підвищення атмосферостійкості покриття в порівняльних складах № 1 і № 8, а також зменшення втрат захищеного металу з 3,9 до 2,6 г/м².

Вплив ультрафіолетового випромінювання на бітумні покриття призводить до зниження середньої товщини всіх складів через руйнування

структури бітумної суміші. Це активізується під впливом вологості і різких змін температури [6].

Отже, для підвищення ступеня захисту сталевих деталей у атмосферних умовах інгібованими бітумними складами можна збільшити вміст мазуту М100. У середовищі, схожому на NaCl, збільшення вмісту бітуму також підвищує ступінь захисту сталевих деталей інгібованими бітумними складами.

При аналізі розчинності бітуму для отримання бітумних сумішей важливий аспект пов'язаний з часом на плавлення та розчинення шматків бітуму. Звичайний підхід включає подрібнення бітуму та його заливку бензином, витримку на протязі кількох діб та ретельне перемішування. Для приготування бензино-бітумних складів необхідно витратити приблизно 3-3,1 год. або 182 хв.

Швидкість розчинення бітуму в нагрітому уайт-спіриті скоротилася з 92 до 65 хв. (зменшення на 27 хв.), коли масу шматків бітуму зменшено з 90-95 г до 35-40 г. При подальшому зниженні маси бітуму з 35-40 г до 15-20 г, час розчинення скоротився з 65 до 54 хв. (зменшення на 11 хв.). Оптимальна маса бітумних шматків при розчиненні становить приблизно 40-60 г [6].

Для розчинення бітуму в уайт-спіриті або дизельному паливі вимагається нагрівання. Швидкість розчинення бітуму в уайт-спіриті піддається впливу його розмірів, як показано в таблиці 2.

Таблиця 2

Параметри розчинення бітуму в уайт-спіриті.

№	Показник	Значення показника		
1	Маса шматка бітуму, гр.	90-95	35-40	15-20
2	Маса уайт-спірита в розрахунку на 1 шматок бітуму, гр.	180-190	70-80	30-40
3	Температура уайт-спіриту, °С	98	98	98
4	Час розчинення шматка в уайт-спіриті, хв.	92	65	54

Раціональний підхід до нагріву та змішування компонентів для створення інгібованого бітумного складу МЕБ-4 реалізується за двома технологіями:

Перша технологія: Компоненти (бітум 125 г, мазут 200 г, Емульгін 25 г, дизельне паливо 150 г) поміщають у ємність об'ємом 1 л і нагрівають їх на електроплиті до 105°C, одночасно перемішуючи кожні 0,5 год. до повного розчинення бітуму. Склад МЕБ-4 за цією технологією готовий через 215 хв. (3,6 год.).

Друга технологія: Дизельне паливо (150 г) та бітум (125 г) поміщають у ємність, де вони стоять 2 год, після чого їх нагрівають на електроплиті до 103°C, перемішуючи що 0,25 год. Бітум розчиняється в дизельному паливі протягом 1 год, після чого додають Емульгін (25 г) та мазут (200 г) до гарячого розчину. Суміш підігривають та перемішують ще 0,6 год до отримання однорідного складу МЕБ-4. За цією технологією склад готовий за 96 хв. (1,6 год.).

На рисунку 5 показані результати розчинення бітуму при приготуванні різних варіантів бітумних складів.



Рис. 5. Діаграма витрат часу на розчинення бітуму або приготування бітумної суміші МЕБ-4.

Пневматичне розпилення інгібованої бітумної суміші МЕБ-4 впливає на її щільність та в'язкість. В цій суміші бензин складає 17% об'єму. Перед розпиленням суміш був розбавлений бензином для досягнення в'язкості 32 з ВЗ-4 та щільності $0,897 \text{ г/см}^3$ при 18°C . Під тиском стисненого повітря $0,4 \text{ МПа}$ суміш розпилювали, і після цього вимірювали параметри щільності і умовної в'язкості при температурі 18°C , які склали відповідно $0,905 \text{ г/см}^3$ та 48 з ВЗ-4. Цей процес також спричинив випарування близько $1/5$ бензину, який входив до початкового складу суміші.

Висновки. Отже, ефективний захист сільськогосподарської техніки від корозії через консерваційні покриття може зберегти міцність та скоротити витрати на відновлення до 8%. Оптимізація рецептур бітумних сумішей, поліпшення технологій та засобів нанесення може знизити вартість робіт до 30%, забезпечивши більш ефективну консервацію сільськогосподарської техніки.

Головною причиною недостатнього захисту техніки є відсутність ефективних і доступних консерваційних матеріалів. Застосування відпрацьованих масел та бензино-бітумних сумішей не надає тривалого захисту, оскільки вони не містять інгібіторів, які пригнічують корозію, та компонентів, які підвищують атмосферостійкість покриттів. Існуючі засоби для приготування та нанесення консерваційних складів не відповідають потребам.

Стабільність до атмосферних впливів бітумних складів підвищується за допомогою емульгину (5-7%), який містить аліфатичні аміни, та введення мазуту М-100 (31-40%) як пластифікатора.

Проведений аналіз поліпшеної рецептури інгібованої бітумної суміші МЕБ-4, що включає бітум (25%), мазут М100 (40%), емульгін (5%) та дизельне паливо (30%).

Список використаних джерел

1. Матеріали для захисту сільськогосподарської техніки під час: <https://propozitsiya.com/ua/materiali-dlya-zahistu-silskogospodarskoyi-tehniki-pid-chas-yiyi-zberigannya>. (дата звернення 20.08.2023).
2. Непочатенко А. В. Вплив рівня зносу машинно-тракторного парку на основні результативні показники діяльності сільськогосподарських підприємств. *Економіка та управління АПК*. 2012. Вип. 9 (97). С. 9-12.
3. Інгібітори корозії: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%B3%D1%96%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%96%D1%97 (дата звернення 04.09.2023).
4. Paladiichuk Y., Telyatnuk I. Substantiation of technology of conservation of agricultural equipment during storage. *Colloquium-journal*. 2021. Czesc 1. № 9 (96). P. 42-59.
5. Паладійчук Ю. Б., Зінєв М. В. Спеціалізовані ремонтні підприємства, стан і перспективи розвитку чи занепаду. *Сучасні проблеми землеробської механіки*: зб. наук. пр. XVIII міжн. наук. конф. 16-18 жовтня 2017 р., м. Кам'янець-Подільський. Тернопіль: Крок. 2017. 240 с.
6. Паладійчук Ю.Б., Мельник Ю.А. Відновлення ресурсу робочих органів ґрунтообробних машин нанесенням зносостійких покриттів. *Техніка та енергетика*. 2021. № 12 (4). С. 43-52.

Богдан ДОВГОПОЛИЙ¹⁰,

студент 4-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна

РОЛЬ ТА ВИКОРИСТАННЯ ДРОНІВ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Анотація. На сучасному етапі розвитку аграрної економіки діджиталізація сільськогосподарського виробництва є пріоритетним напрямком під час формування стратегій розвитку сільськогосподарських підприємств. З метою покращення стратегічного управління бізнес-процесами все більше уваги приділяється використанню мережевих інструментів, які дають можливість аграріям формувати сприятливий інформаційний простір.

Зокрема, аграрні підприємства, які користуються новітніми знаннями та технологіями здатні суттєво покращити власний соціально-економічний статус. Відтак впровадження цифрових інновацій до діяльності агропідприємств все більше стає необхідністю. З огляду на це, потрібно

¹⁰Науковий керівник - Єленіч А.П., асистент кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

сформувати цілісні структури баз даних про зовнішнє та внутрішнє середовище.

***Annotation.** At the current stage of the development of the agrarian economy, the digitalization of agricultural production is a priority direction during the formation of strategies for the development of agricultural enterprises. In order to improve the strategic management of business processes, more and more attention is paid to the use of network tools that enable farmers to form a favorable information space.*

In particular, agricultural enterprises that use the latest knowledge and technologies are able to significantly improve their socio-economic status. Therefore, the introduction of digital innovations into the activities of agricultural enterprises is increasingly becoming a necessity. In view of this, it is necessary to form integral structures of databases about the external and internal environment.

Вступ. Для задоволення зростаючого попиту компаніям, працюючим в сфері сільського господарства, доведеться ввести радикальні зміни в методи виробництва продуктів харчування і серйозно підвищити ефективність своєї діяльності. Крім того, виробництво має бути стійким з точки зору збереження навколишнього середовища і сприяти запобіганню екологічного збитку. Інші перешкоди, такі як зміна клімату, додатково ускладнюють процес вирощування сільськогосподарських культур через збільшення кількості непередбачених природних катаклізмів у всьому світі. Таким чином, заради задоволення світового попиту на продукти харчування буде розширюватися співпраця між представниками урядових структур, технологічної та промислової галузі, що визначає актуальність проведених теоретичних досліджень у запропонованій публікації.

Варто зазначити системність та проблематику відповідних досліджень, щодо умов сучасності застосування дронів, що використовуються в широкому спектрі завдань, таких як логістичні завдання, обслуговування інфраструктури обслуговування інфраструктури, створення карт за допомогою камер або датчиків. Багато платформ використовують підключені дрони як телеуправління через Інтернет, базуючи системний зв'язок на низькорівневих сервісах, безпосередньо пов'язаних з основними рухами дронів, пов'язаних з основними рухами або командами дрона.

Разом з тим, зроблено висновок про наявність певних дискусійних питань стосовно деяких особливостей управління бізнеспроцесами та технічного механізму використання новітніх пристроїв щодо виробництва аграрної продукції в умовах існуючої системної кризи.

Сучасний менеджмент у сталому сільському господарстві вимагає швидкого отримання інформації про стан культурних рослин та швидкого реагування на небажані явища. Основне призначення та використання дронів для обприскування рослин може бути забезпечення швидкого внесення засобів захисту рослин на посівні площі. Відповідно, у статті представлено типи, роль та значення використання дронів у сучасному сільському господарстві.

Виклад основного матеріалу. Дрони — це дистанційно керовані літальні апарати без людини-пілота на борту. Вони мають величезний потенціал сільське господарство в підтримці планування, заснованого на фактичних даних, і в зборі просторових даних. Дрони використовуються в різних сферах - від військової, гуманітарної допомоги, ліквідації наслідків стихійних лих до сільського господарства.

Агро-дрони для сільського господарства – це високотехнологічне обладнання з простою конструкцією та принципом роботи. Зазвичай це мультироторний пристрій в якому використовуються від чотирьох до дванадцяти пропелерів, половина з яких обертається за годинниковою стрілкою, а інша – проти. Ця конструкція створена для того щоб кожен пропелер міг погасити момент обертання іншого гвинта, та дрон міг злетіти догори.



Рис.1 Агро-дрони

Однією з останніх тенденцій та задовольняючи умови сучасних кризових процесів є збільшення використання малих безпілотних літальних апаратів (БПЛА) або дистанційно пілотованих літальних апаратів, широко відомих як дрони, в сільському господарстві. Дрони можуть бути різними від легких, простих, малої дальності польоту, керованих по радіо в межах візуальної видимості оператора, до великих літаків, керованих за кордоном через супутниковий зв'язок. Наприклад, "Глобал Хоук" компанії Northrop Grumman може літати на висоті понад 65 000 футів, оснащений датчиками, що дозволяють бачити крізь хмари або в повній темряві. У деяких випадках дрони здатні збирати дані набагато ефективніше, ніж супутники. Місія залежить від корисного навантаження і здатності наземної станції збирати, обробляти та

розповсюдження даних для досягнення цілей місії. Дрони можуть збирати зображення і відео з високою роздільною здатністю. Майбутні дрони на сонячних батареях зможуть перебувати в повітрі вічно, ставши інструментом безперервного спостереження.

Переваги, які надає «око в небі» в поєднанні з аналітичними інструментами, які можуть інтерпретувати дані та зображення до корисної інформації започаткували нову революцію. Сільське господарство є однією з найбільш перспективних сфер, де дрони пропонують потенціал для вирішення кількох основних викликів:

- Виробники сільськогосподарської продукції повинні прийняти революційні стратегії виробництва продуктів харчування, підвищення продуктивності.

- Використання безпілотників у сільському господарстві стрімко поширюється у рослинництві, системах раннього попередження, зменшення ризику стихійних лих, лісове господарство, рибальство, а також збереження дикої природи. Наприклад, безпілотні технології дасть сільськогосподарській промисловості високотехнологічну перебудову з плануванням і стратегією на основі реального часу, збір та обробка даних.

Враховуючи, що сільськогосподарське виробництво являє собою специфічну галузь, яка характеризується певними елементами, аграрним менеджерам слід дотримуватись орієнтиру щодо проектування організаційної, управлінської та виробничої діяльності підприємств з урахуванням різних впливів ситуаційного менеджменту та середовища, в якому знаходиться підприємство. Система виробничого або операційного менеджменту, на думку вчених, може розглядатися як оптимальне поєднання певних складових щодо виробничо-економічної діяльності аграрних підприємств, таких як: сільськогосподарське виробництво, постачання, фінансово-економічні елементи, персонал, маркетинг тощо.

Технічно дрони можуть відрізнитися конструкцією (літакового типу з фіксованим крилом або гвинтовий хід), дальністю польоту, вантажопідйомністю і способом запуску \ посадки. Від цих параметрів відповідно залежить і ціна пристрою. Обліт території дрон здійснює за заздалегідь складеним маршрутом. Фотографії робляться з перекриттям, щоб потім їх було зручно зшити в загальний ортофотоплан.

Використання віддалених засобів моніторингу актуально починаючи від передпосівної і закінчуючи збором врожаю. На першому етапі оцінюється стан ґрунту. А саме якість проведеної обробки та характеристики рельєфу (висоти, яри та інші особливості ділянки). Другий етап — моніторинг схожості. Пристрої фіксують густоту посівів і ділянки з неоднорідними сходами. По знімках визначається рівень втрат і на основі цих даних робляться конкретні дії (підсів або повторний посів). Також, зіставивши показники з іншими полями, можна розрахувати загальні втрати сходів на підприємстві.

На третьому етапі проводиться контроль за внесенням підгодівлі і добрив. По знімках із супутників або дронів видно ділянки, де рослинам не вистачає поживних речовин. Відштовхуючись від цієї інформації, складається план

внесення добрив або ж електронна карта-завдання (для диференціального внесення).

Ще одним важливим моментом є обчислення забрудненості бур'янами. Згідно зі статистикою, вони є причиною втрат понад 30% врожаю. Визначити їх концентрацію можна за допомогою дрона. Низька висота зйомки і висока роздільна здатність картинки дозволяють створювати карту, на якій можна відрізнити культуру від бур'янів. У деяких випадках навіть виходить визначити конкретний сорт рослини-шкідника (капустяні, дводольні і т. д.) і підібрати оптимальний тип гербіциду. Останній моніторинг сезону проводиться перед збиранням врожаю. По знімках визначаються строки збирання і прогнозується врожайність.

Обладнання для вимірювання відстані - ультразвукове відлуння і лазери, такі як ті, що використовуються в методі і дальноміра (LiDAR) - дозволяє дрону регулювати висоту відповідно до рельєфу і географічних особливостей місцевості, і, таким чином, уникати зіткнень. Таким чином, дрони можуть сканувати землю і розпилювати потрібну кількість рідини, модулюючи відстань від землі і розпилюючи в режимі реального часу для рівномірного покриття. Результат: підвищена ефективність при зменшенні кількості хімікатів, що проникають у ґрунтові води. Насправді, за оцінками експертів що повітряне обприскування можна виконати до п'яти разів швидше за допомогою дронів, ніж за допомогою традиційної техніки.

Великі поля та низька ефективність моніторингу посівів разом створюють найбільшу перешкоду в сільському господарстві. Проблеми моніторингу посилюються все більш непередбачуваними погодними умовами, які збільшують ризики та витрати на обслуговування полів. Раніше супутникові знімки пропонували найдосконалішу форму моніторингу. Але були й недоліки. Знімки потрібно було замовляти заздалегідь, їх можна було робити лише раз на день і були неточними. Крім того, послуги були надзвичайно дорогими, а якість знімків, як правило, погіршувалася в певні дні. Сьогодні анімація часових рядів показує точний розвиток сільськогосподарських культур і виявляє неефективність виробництва, що дозволяє краще управляти посівами.

Сучасне сільське господарство переживає переломний момент. З розвитком більш досконалих методів управління фермерськими господарствами технологій, таких як точне землеробство, фахівці галузі тепер мають більше інструментів, ніж будь-коли, щоб підвищити точності та ефективності процесів. Отже, дрони є дуже важливими інструментами в сучасному сільському господарстві та фермерських системах.

Безпілотники (Дрони) можуть виконувати різноманітні операції:

- Аерофотозйомка - для виявлення лисин, загибелі врожаю після впливу природних факторів і інших дефектів, які потребують своєчасного усунення.
- Відеозйомка - продуктивність літального апарату при відеозйомці досягає 30 км за 1 годину, що істотно знижує часові та фінансові витрати в порівнянні з використанням наземної техніки.

- 3D моделювання - дозволяє визначати перезволожені або посушливі території, виїмку ґрунту, грамотно створювати плани і карти зволоження або осушення ґрунту, рекультивації ділянок або меліорації земель.

- Тепловізійна зйомка - здійснюється із застосуванням усього спектру інфрачервоного випромінювання: ближнього, середнього і далекого діапазону. Дослідження дає можливість визначити терміни диференціювання точок зростання, що безпосередньо впливає на врожайність і збереження продуктивних властивостей рослин зі збереженням спадкових можливостей сорту.

- Лазерне сканування - застосовується для аналізу місцевості на важкодоступних або недоступних територіях. Даний метод забезпечує отримання точної моделі високої щільності з детальним відображенням рельєфу навіть при роботі в умовах сильної загущеності насаджень.

- Обприскування - завдяки можливості дооснащення, дрони використовують для точкового обприскування рослин і плодових дерев. Такий підхід дозволив фермерам обробляти тільки хворі рослини, виключаючи попадання хімікатів на решту урожаю.

- Посадка насіння - практикується порівняно недавно і ще не отримала широкого поширення, однак деякі компанії ставлять експерименти, висаджуючи насіння рослин за допомогою безпілотників. По суті, виробники експериментують зі специфічними системами, які запрограмовані розкидати насіння в підготовлений ґрунт.

Така сучасна технологія допомагає мінімізувати необхідність в особистій присутності для посадки рослин в обраній місцевості, що часом стає дорогим і енерговитратним завданням. Та ж сама технологія безпілотників може бути адаптована і застосована до багатьох типів фермерських господарств, скорочуючи час посадки і витрати на оплату праці.

Крім того сучасні безпілотні системи вирішують наступні завдання:

1. Оцінка якості посівів і виявлення пошкодження або загибелі культур;
2. Визначення точної площі загиблих культур;
3. Визначення дефектів посіву і проблемних ділянок;
4. Аналіз ефективності заходів, спрямованих на захист рослин;
5. Моніторинг відповідності структури та планів сівозміни;
6. Виявлення відхилень і порушень, допущених в процесі агротехнічних робіт;
7. Аналіз рельєфу і створення карти вегетаційних індексів PVI, NDVI;
8. Збір інформації для служби безпеки, в тому числі з виявленням факту незаконного випасу худоби на полях;

Висновки. Таким чином, сучасний етап розвитку науки та реалії сьогодення супроводжуються постійним знаннями про навколишній світ та про людину, характеризується інтеграцією наук. Цей процес ставить перед науковцями нові завдання. У багатьох сучасних дослідженнях увага зосереджується на процесах використання сучасних технологій та розробок у різних сферах життя людини. З огляду на що відкриваються в цьому випадку можливості, можна припустити, що ця технологія перетворить сільське

господарство в високотехнологічну галузь, де рішення будуть прийматися на основі обробки фактичних даних. Таким чином, для сільського господарства в застосуванні дронів основним буде не швидкість або гнучкість, а вид і якість зібраних з їх допомогою даних. Потреби цієї галузі стануть стимулом для розвитку більш високочутливих сенсорів і вдосконалених камер. Другим завданням стане розробка дронів, які потребують мінімального навчання і мають високий ступінь автоматизації.

Список використаних джерел

1. Сергій Зайцев, Ольга Башинська, Юрій Камак, Борис Горлинський. Дослідження методів підвищення достовірності інформації сучасних безпілотних авіаційних комплексів. Технічні науки та технології. 2016. № 4. С. 97–106.
2. Єфремов О. В., Коршець О. А. Методика вибору раціонального типу і варіанта обладнання безпілотних літальних апаратів для виконання завдань. Системи управління, навігації та зв'язку. 2018. № 5. С. 3–7.
3. Яровий О. В. Системи управління безпілотними літальними апаратами для здійснення моніторингу наземних об'єктів. Системи управління, навігації та зв'язку. 2018. № 3. С. 33-38.

Марина ШИНКАРУК¹¹,
бакалавр 3-го року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ТЕОРЕТИЧНІ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАКОНУ ПОДРІБНЕННЯ СТРУКТУРНО-НЕОДНОРІДНИХ ОРГАНІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Анотація. Подрібнення є одним з найбільш високоенергетичних процесів, що використовуються в технології виробництва комбікормів. Оскільки рослинні рештки є структурно неоднорідними, це ускладнює ефективне використання традиційних методів подрібнення, що знижує їх енергоефективність і вимагає застосування декількох стадій подрібнення з використанням відповідного обладнання. Для забезпечення ефективної переробки сільськогосподарських рослинних решток важливо створити відповідну технічну інфраструктуру, враховуючи значні енергетичні витрати, пов'язані з традиційними процесами підготовки біомаси до гранулювання. Для цього необхідно проводити дослідження, спрямовані на вирішення проблеми енергоефективного подрібнення структурно неоднорідних матеріалів, зокрема матеріалів, які

¹¹Науковий керівник – асистент Дубровіна О.О. кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці

містять велику кількість вологи. Саме цим і визначається актуальність теми дослідження.

***Annotation.** Grinding is one of the most high-energy processes used in the technology of compound feed production. Since plant residues are structurally heterogeneous, it complicates the effective use of traditional grinding methods, which reduces their energy efficiency and requires the application of several stages of grinding with the use of appropriate equipment. To ensure efficient processing of agricultural plant residues, it is important to create an appropriate technical infrastructure, taking into account the significant energy costs associated with traditional processes of biomass preparation for granulation. For this, it is necessary to carry out research aimed at solving the problem of energy-efficient grinding of structurally heterogeneous materials, in particular, materials that contain a large amount of moisture. This is what determines the relevance of the research topic.*

***Вступ.** Одним із стратегічно важливих аспектів практичної реалізації "Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом" є вирішення проблеми накопичення відходів, у тому числі відходів сільськогосподарського виробництва. Враховуючи ці зобов'язання, Міністерство економічного розвитку і торгівлі розробило "Національну стратегію управління відходами в Україні до 2030 року", одним з напрямків реалізації якої є розвиток матеріально-технічної бази для використання відходів рослинного походження від сільського господарства для переробки на паливні брикети.*

Оскільки рослинні відходи належать до структурно-неоднорідних матеріалів, це зменшує енергоефективність використання того чи іншого звичного методу деструкції, що зумовлює необхідність застосування декількох стадій подрібнення із застосуванням відповідного обладнання. Враховуючи стратегічну важливість формування матеріально-технічної бази для забезпечення високоефективної переробки рослинних відходів сільського господарства, а також високі енергетичні витрати, якими характеризується традиційна підготовка біомаси до брикетування, виникає необхідність проведення досліджень, спрямованих на вирішення проблеми енергоефективного подрібнення структурно-неоднорідних матеріалів, в тому числі з підвищеним вмістом вологи, що і визначає актуальність теми роботи.

Метою роботи є визначення закономірностей процесу подрібнення структурно-неоднорідних органічних матеріалів шляхом розробки математичної моделі, що описує взаємозв'язок між дисперсністю твердих частинок та енерговитратами на процес подрібнення.

***Виклад основного матеріалу.** У процесі подрібнення під дією прикладених до оброблюваних виробів сил, що перевищують тимчасовий опір або його межу міцності, утворюються пружні і пластичні деформації, в результаті чого виникають мікротріщини, які розділяють матеріал на частинки. Коли зовнішні сили діють в межах пружності, тріщини за рахунок молекулярних зв'язків можуть закриватися, тобто руйнування тіла не відбувається. Коли зовнішні сили перевищують межу пружності, відбувається процес подрібнення, який тісно пов'язаний з витратами енергії на подолання внутрішнього тертя*

частинок при їх деформації, взаємодії між собою і виконавчим органом машини. Існує ряд гіпотез щодо визначення енерговитрат на подрібнення [4].

Витрати енергії при подрібненні зростають зі зменшенням розміру частинок. У зв'язку з цим, щоб уникнути непродуктивних витрат, необхідно, щоб під час організації процесу заздалегідь був відомий очікуваний розмір частинок вихідної сировини. Для зменшення енергоспоживання доцільно періодично видаляти із зони подрібнення достатньо подрібнені частинки.

Таким чином, подрібнення матеріалу, утворення його нових поверхонь, внутрішніх дефектів, призводить до активації багатьох явищ, пов'язаних з механічними, тепловими, електричними та хімічними властивостями речовин. Врахувати комплексну зміну всіх цих властивостей під час протікання цього процесу дуже складно.

На основі відомих теорій подрібнення [1] та зазначених вище тверджень виведемо рівняння, що пов'язує витрати енергії на подрібнення і диспергування матеріалу з урахуванням витрат енергії на пластичні деформації в поверхневих шарах та інших витрат, які зростають пропорційно збільшенню питомої поверхні. Товщину шарів, в яких відбуваються поверхневі деформації, будемо вважати постійною величиною ($l = const$) яка не залежить від розміру частинок. Ми також розглядаємо великомасштабне зміцнення під час подрібнення, як таке, яким можна знехтувати. У кожному окремому акті руйнування витрати енергії на пластичні деформації визначаються об'ємом області деформації, який для частинок будь-якої форми приймається рівним:

$$n^3 b [X_1^3 - (X_1 - 2l)^3] = b \left[X^3 - \left(X - \frac{2l}{\alpha_1} \right)^3 \right], \quad (1)$$

де $X_1 = \alpha_1 X$ - середній розмір уламків, m^2 ; b - об'ємний коефіцієнт форми, n^3 - середня кількість уламків, що дорівнює $\frac{1}{\alpha_1^3} 1/\alpha_1^3$.

Для руйнування частинок необхідно передати їм енергію:

$$U = b \{ eX^2 + \beta [X^3 - (X - l_1)^3] \} + (\chi + \alpha_2 \sigma_{\Pi}) X^2, \quad (2)$$

де β - густина енергії пластичних деформацій, що передують руйнуванню, Дж/м³; $l_1 = 2l/\alpha_1$, мм; χ - поверхнева густина сил тертя та енергії утворення і руйнування агрегатів; σ_{Π} - вільна поверхнева енергія, Дж/м². Для розмірів частинок $X - \Delta X$ аналогічні енергетичні витрати:

$$U + \Delta U = b \{ e(X + \Delta X)^2 + \beta [(X + \Delta X)^3 - (X + \Delta X - l_1)^3] \} + (\chi + \alpha_2 \sigma_{\Pi})(X + \Delta X)^2 \quad (3)$$

Віднімаючи (2) від (3) і беручи до уваги збільшення росту поверхні під час руйнування $ds = 2\alpha_2 X \Delta X$, отримуємо рівняння для витрат енергії на подрібнення:

$$d\varepsilon = \frac{9be}{\alpha_2} \frac{dS}{S} + \frac{3b\beta}{2\alpha_2} \left(2l_1 - \frac{l_1^2 S}{6} \right) dS + \left(\frac{\chi}{\alpha_2} + \sigma_{\Pi} \right) dS,$$

$$d\varepsilon = \frac{9be}{\alpha_2} \frac{dS}{S} + \left(\frac{3b\beta l_1 + \chi}{\alpha_2} + \sigma_{\Pi} \right) dS - \frac{b\beta l_1^2}{4a_2} S dS. \quad (4)$$

У рівнянні (4) перший доданок представляє витрати енергії на об'ємну деформацію твердого тіла відповідно до закону Кірпічева-Кіка, другий - на непружні деформації, роботу сил тертя і створення нових поверхонь, третій враховує зміну об'єму області пластичних деформацій внаслідок зміни розмірів деталей. Максимальна кількість механічної енергії, яку отримує частинка в кожному акті, визначається як така, що дорівнює $\varepsilon_m V_m$. Частина цієї енергії W витрачається на пластичні деформації та інші втрати. Якщо під час цього процесу $\varepsilon_m V_m \leq W + \sigma_0^2 V_m / 2E$ то подрібнення матеріалу, об'єм якого менший V_m , може відбуватися тільки за рахунок "втоми", що призводить до різкого збільшення енерговитрат на цей процес. Тому, як перше припущення, припустимо, що частинки за об'ємом $V < V_m$ не подрібнюються взагалі. Таких частинок, які отримують енергію, але практично не подрібнюються, зі збільшенням дисперсності накопичується все більше і більше, що призводить до уповільнення всього процесу. Кількість енергії, витраченої безпосередньо на подрібнення, в результаті якого поверхня збільшується на dS , становить:

$$dW = [\sum_{X} V_i - \sum_{X < X_m} V_i] d\varepsilon = d\varepsilon V \left(1 - \frac{V_{0m}}{V_0} \right), \quad (5)$$

де V_{0m} - сумарний об'єм частинок з розмірами $X \leq X_m$ рівняння $\frac{V_{0m}}{V_0}$ дорівнює нулю на початку подрібнення і наближається до 1 при тривалому подрібненні. Враховуючи співвідношення S/S_m де S_m - питома поверхня гранично подрібненого матеріалу з розмірами частинок $X \leq X_m$ мають однакові значення у відповідних граничних випадках і що в широкому діапазоні розкиду між значеннями питомої поверхні і масовим вмістом фракції з розмірами частинок менше заданого спостерігається пропорційність, а співвідношення між відношенням S/S_m і відносним вмістом дрібної фракції практично не змінюється в процесі подрібнення, його можна представити наступним чином:

$$dW = V_0 \left(1 - \frac{S}{S_m} \right) d\varepsilon. \quad (6)$$

Підставивши (6) в рівняння (3), отримаємо залежність, що враховує граничне значення густини енергії, яка передається подрібнювачем матеріалу за один акт руйнування, та враховує непродуктивні витрати на деформацію дрібних частинок [2]:

$$\frac{d\varepsilon}{dS} = \frac{9be}{\alpha_2 S \left(1 - \frac{S}{S_m} \right)} + \frac{3b\beta l_1 + \chi + \alpha_2 \sigma_{\Pi}}{\alpha_2 \left(1 - \frac{S}{S_m} \right)} - \frac{b\beta l_1 S}{4a_2 \left(1 - \frac{S}{S_m} \right)}. \quad (7)$$

Вважаючи витрати енергії на утворення нової поверхні та роботу сил тертя рівними $(\alpha_1 \sigma_{\Pi} + \chi) X^2$ у випадку $l < X$ отримаємо:

$$X_m = \frac{a_2 (\beta l + \sigma_{\Pi} + \chi / \alpha_2)}{b(\varepsilon_m - e)}. \quad (8)$$

Майже завжди реальні значення $\beta > (\varepsilon_m - e)$ так що $X_m > l_1$. Наближене значення (8) є достатньо точним $X_m > l_1$ або при $\beta > (\varepsilon_m - e)$. Враховуючи витрати енергії на утворення нової поверхні та роботу сил тертя, значення буде дещо більшим за значення в (9).

Враховуючи вищесказане, рівняння подрібнення отримаємо наступний вигляд:

$$d\varepsilon = \frac{9b(e+\beta)}{a_2} \frac{dS}{s(1-\frac{s}{s_m})} + \left(\frac{\chi}{a_2} + \sigma_{II}\right) \frac{dS}{(1+S/S_m)}. \quad (9)$$

Інтегрування диференціального рівняння помелу (10) в діапазоні від S_0 до S_i від $\varepsilon = 0$ показує зв'язок між витратами енергії та результатом помелу в широкому діапазоні дисперсності:

$$\varepsilon = \frac{9be}{a_2} \left(\ln \frac{S}{S_0} + \ln \frac{S_m - S_0}{S_m - S} \right) + \frac{S_m}{a_2} (3b\beta l_1 + \chi) \ln \frac{S_m - S_0}{S_m - S} + \frac{b\beta l_1^2 S_m^2}{4a_2} \left(\frac{S - S_0}{S_m} - \ln \frac{S_m - S_0}{S_m - S} \right). \quad (10)$$

Енергію, що витрачається на подрібнення, можна розділити на роботу з подолання пружних і роботу з пластичних деформацій:

$$A_T = A_{ПЛ} + A_{ПР}, \quad (11)$$

В результаті в матеріалі з'являються тріщини, а відтак - руйнування. Тоді, враховуючи (11):

$$A_{ПР} = e \cdot V; \quad A_{ПЛ} = \beta \cdot V. \quad (12)$$

На основі кривих теоретичної роботи руйнування зерна (рис. 1) та відносної деформації зерна (рис. 2), знайдено величину абсолютної пластичної деформації, величину витрат енергії на подолання пружної та пластичної деформацій і, відповідно, коефіцієнти густини енергії e та β в одному акті руйнування (табл. 1), при об'ємі зерна $V = 250 \cdot 10^{-9} \cdot \text{м}^3$.



Рис. 1. Залежність теоретичної роботи руйнування зерна кукурудзи від нормальних напружень при значеннях вологості [2]: 1. W=13-14%; 2. W=16-17%; 3. W=19-20%; 4. W=22-23%; 5. W=25-26%.

Для спрощення розрахунків припустимо, що в актах деструкції частинки руйнуються так, що їхній лінійний розмір зменшується в середньому вдвічі ($\alpha_1 = 1/2$), що дозволяє вважати $\alpha_2 = 3$, а значення фактора форми $b=1$.

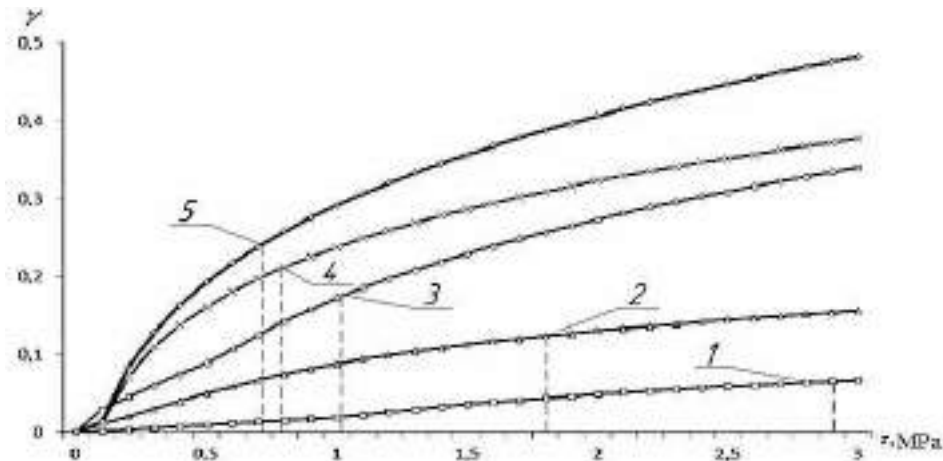


Рис. 2. Залежність відносної деформації зерна кукурудзи від дотичних напружень за різних значень вологості: 1. $W=13-14\%$; 2. $W=16-17\%$; 3. $W=19-20\%$; 4. $W=22-23\%$; 5. $W=25-26\%$ - межа міцності матеріалу.

Величиною поверхневої густини сил тертя та енергії утворення і руйнування агрегатів можна знехтувати, оскільки вона на кілька порядків менша за коефіцієнти η та β [3, 1]. Питому поверхню матеріалу діаметром x можна обчислити за формулою:

$$S_x = \frac{6}{\rho_x d_x}; \quad (13)$$

де ρ_x, d_x - відповідно, питома вага фракції матеріалу X ($\text{кг}/\text{м}^3$) та середній діаметр частинок цієї фракції (м). Пам'ятаючи про це:

$$d = \frac{d_1 P_1 + d_2 P_2 + \dots + d_n P_n}{100}, \quad (14)$$

де d_n - середній розмір отворів двох сусідніх решіт, м; P_n - масове виробництво частинок певного класу ($\sum P = 100\%$), та дані попередніх досліджень [3], отримаємо:

$$S = \frac{600}{\rho(d_1 P_1 + d_2 P_2 + d_3 P_3 + d_4 P_4 + d_5 P_5 + d_6 P_6)}. \quad (15)$$

Враховуючи, що $\rho = 480 \dots 530 \text{ кг}/\text{м}^3$ [4] $S = 7200 \dots 11660 \text{ м}^2/\text{м}^3$.

Середня питома поверхня частинки з початковими розмірами S_0 згідно з становить $1,25 \dots 1,40 \text{ м}^2/\text{кг}$, або $857 \dots 923 \text{ м}^2/\text{м}^3$

Оскільки можна вважати, що в роторній дробарці матеріал не подрібнюється в більшій мірі, ніж розмір крохмальних зерен, то, виходячи з цього, питома поверхня мінімальної частинки, яка не піддається подрібненню, становить $S_m = 46500 \dots 54000 \text{ м}^2/\text{м}^3$. Враховуючи питому густину матеріалу $\rho_3 = 1150 \dots 1350 \text{ кг}/\text{м}^3$, побудуємо залежність енерговитрат на подрібнення 1 кг матеріалу в широкому діапазоні дисперсності (рис. 1).

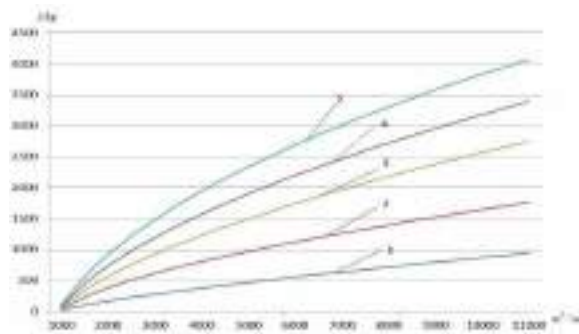


Рис. 3. Залежність енерговитрат на подрібнення матеріалу в залежності від питомої поверхні кінцевого продукту: 1. $W=13-14\%$; 2. $W=16-17\%$; 3. $W=19-20\%$; 4. $W=22-23\%$; 5. $W=25-26\%$.

Висновок. З графічної залежності (рис. 3) встановлено, що зі збільшенням вологості матеріалу питомі енерговитрати значно зростають і досягають площі поверхні $7500\text{...}10000 \text{ м}^2/\text{м}^3$, що відповідає вимогам спиртового виробництва. Так, для подрібнення матеріалу з відносною вологістю $W=13-14\%$ витрати енергії становлять $650-800 \text{ Дж/кг}$, $W=25-26\%$, відповідно, $3200-3700 \text{ Дж/кг}$, що зумовлено збільшенням пластичності матеріалу та опору подрібненню.

Список використаних джерел

1. Купчук І.М. (2019). Експериментальні дослідження процесу подрібнення фуражного зерна вібраційною дисковою дробом. Вібрації в техніці та технологіях. №3 (94). С. 68-75. [в Україні].
2. Kupchuk I., Poberezhets Yu., Kravets R. Research of the rheological parameters of feed grain in the process of the combined impact-cutting grinding. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2021. № 3 (114). С. 49-58. DOI: 10.37128/2520-6168-2021-3-6
3. Kupchuk I., Poberezhets Ju., Kravets R., Lavreniuk P. Energy intensity of the process of destruction of feed grain in conditions of dynamic contact interaction with the edge of the disc impactor. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2022. №2 (117). С. 97-103. DOI: 10.37128/2520-6168-2022-2-10
4. Купчук І., Телекало Н. Обґрунтування конструктивних та режимних параметрів вібраційної дискової дробарки для виробництва комбікормів для сільськогосподарських тварин. Розвиток науково-технологічного та інноваційного простору в Україні та країнах ЄС. Колективна монографія. Рига, Латвія: "Baltija Publishing", 2021. Р. 166-194.

Сергій ЧЕПІЛЬ¹²,
студент 4 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ ДЕРЕВЕНИ

Анотація. Робота є важливим дописом до області деревообробки та сільськогосподарського сектора. Вона акцентує увагу на проблемі тривалості дерев'яних конструкцій і матеріалів. У статті проведено вибір оптимального методу вимірювання вологості деревини для створення на його базі вологоміра.

Anotation. The work is an important contribution to the field of woodworking and the agricultural sector. She emphasizes the problem of durability of wooden structures and materials. In the article, the selection of the optimal method of measuring the moisture content of wood is carried out in order to create a hygrometer based on it.

Вступ. Рішення задач, що покладені перед народним господарством, для деревопереробної промисловості означає збільшення продуктивності праці, економію сировини, підвищення якості продукції на основі механізації і автоматизації технологічних процесів, оперативне використання в виробництві нових досягнень науки і техніки. Рішення цих задач багато в чому залежить від особливостей деревини, а відповідно і від вдосконалення процесу її висушування і точності визначення вологості матеріалів з деревини.

Неточна інформація про вологість деревини призводить до браку, особливо при склеюванні, фанеруванні, і пресуванні, погіршенню сортності продукції і втратам не лише в матеріалах, але і в тепловій і електричній енергії. Окрім правильної просушки деревини, необхідно забезпечувати і її відповідний захист від вологи на всіх етапах роботи з деревиною, оскільки знання проценту вологості визначає особливості обробки деревини, її збереження, і транспортування.

Метою даної роботи є детальний аналіз методів вимірювання вологості деревини.

Виклад основного матеріалу. Ступінь вологості деревини визначає якість готової продукції. Відсутність контролю вологості і застосування недосушеної деревини в будь-якому деревообробному виробництві призводить до випуску продукції низької якості. Деревина повинна володіти необхідним показником рівня вологості для усунення деформації і появи тріщин. Від рівня вологості деревини залежить її подальше використання. [1]

Точне знання проценту вологості деревини визначає способи збереження, особливості обробки матеріалу, здатність його до транспортування.

З метою вимірювання вологості деревини були засновані вологоміри.

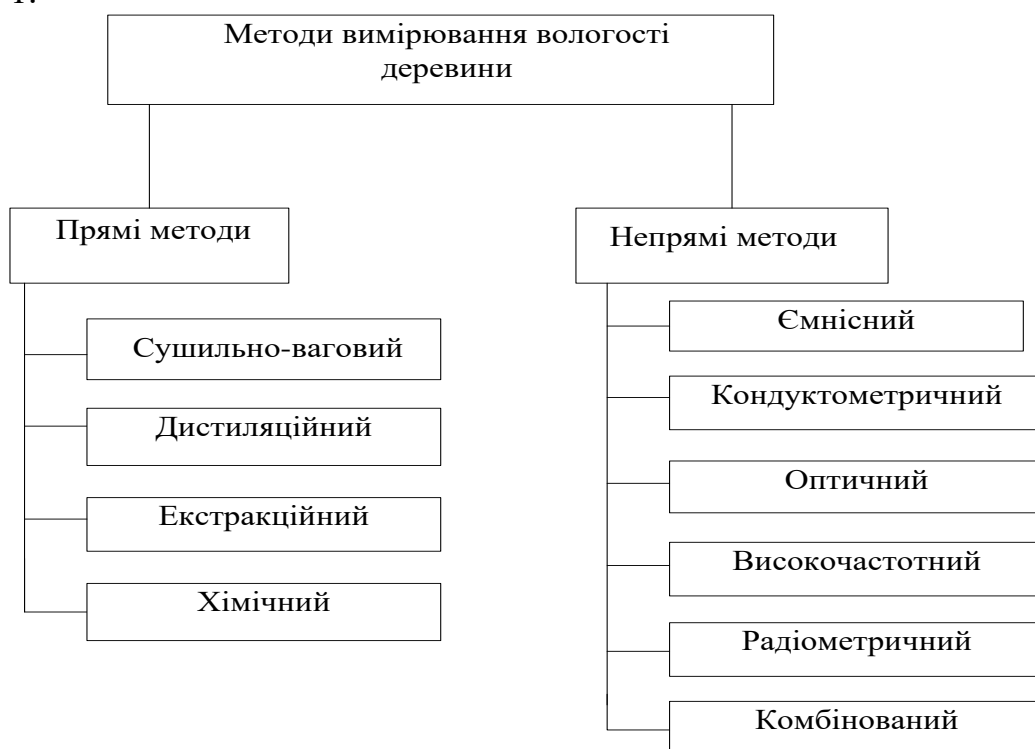
¹²Науковий керівник – асистент Колісник М.А, кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

В наш час існує велика кількість методів вимірювання вологості деревини. Деякі з них не знайшли широкого практичного застосування. Кожний метод має свої переваги та недоліки.

По характеру отриманих даних методи вимірювання вологості поділяються на прямі та непрямі, причому в прямих методах виконується безпосереднє розподілення матеріалу на суху речовину і вологу, а непрямими методами вимірюються величини функціонально пов'язані з вологістю матеріалу.

На сьогодні найбільш розповсюдженими методами вимірювання вологості деревини є: метод висушування, голковий метод (кондуктометричний), ємнісний метод.

Класифікацію методів вимірювання вологості деревини представлено на рисунку 1.



Рисунку 1 – Методи вимірювання вологості деревини

Прямі методи вимірювання вологості деревини

При використанні дистиляційного методу вимірювання вологості, досліджуваний зразок прогрівається в посуді з визначеною кількістю рідини, що не змішується з водою, наприклад бензол, толуол, ксилол, мінеральне масло, до температури кипіння цієї рідини. Вода випаровується і її пари, проходять через охолоджувач і конденсують в вимірювальному посуді, де вимірюється об'єм або вага води.

Дистиляційні методи в різноманітних модифікаціях і з використанням різних конструкцій були розроблені для різноманітних матеріалів, в тому числі і для деревини. Однак дистиляційному методу властивий той недолік, що краплі води, що залишаються на стінках охолоджувача і трубок, збільшують похибку вимірювання.

Екстракційний метод заснований на виділенні вологи з досліджуваного зразка твердого матеріалу рідиною, що поглинає воду, наприклад діоксан, спирт, та визначенні характеристик рідкого екстракту, що залежать від його вологовмісту: ваги, температури кипіння. В електричних екстракційних методах вимірюються електричні властивості екстракту, наприклад, питомий опір, діелектрична проникність.

Основою хімічного методу є обробка зразка твердого матеріалу реагентом, що вступає в хімічну реакцію лише з вологою, що знаходиться в зразкові. Кількість води в зразкові визначається по кількості рідкого або газоподібного продукту реакції. Найбільш розповсюдженими хімічними методами являються карбідний газометричний метод і використання реактиву Фішера. В першому методі вимірювальний зразок вологого матеріалу змішують з карбідом кальцію в надлишковій кількості. Кількість ацетиленового газу, що виділяється при хімічній реакції, визначає об'єм.

Менш розповсюджений хімічний метод визначає вологість по підвищенню температури внаслідок хімічної реакції реагенту з вологою речовини. Частіше за все в якості реагенту використовується сірчана кислота. Підвищення температури суміші карбиду кальцію з матеріалом можна використовувати також в карбідному методі, так як реакція води з CaC_2 протікає з виділенням тепла.

Інколи необхідне розділення поверхневої і внутрішньої вологості матеріалу. Окрім способів, заснованих на видаленні поверхневої вологи, можна використовувати метод, за яким попередньо зважений зразок матеріалу поглинають у воду і вимірюють ареометром, відградуїтованим в грамах, силу, що діє на навіску, і по різниці ваги навіски визначають вагу поверхневої вологи.

Вимірювання вологості деревини методом висушування на сьогоднішній день залишається одним з найбільш розповсюджених в деревопереробній промисловості. Це пояснюється простотою використовуваного обладнання, а також порівняно високою точністю. [2]

Даний метод, як правило, застосовують для перевірки точності вологомірів, створених на основі непрямих методів визначення вологи. Сушильно-ваговий метод полягає у повітряно-тепловому сушінні зразка матеріалу до досягнення рівноваги вологості з довкіллям. Процес підбору заготовок орієнтовно однакової вологості є необхідним перед завантаженням у сушильну камеру для уникнення ситуації, коли після сушіння є одночасно недосушені і пересушені зразки матеріалу.

В деревообробній промисловості вологість деревини прийнято виражати як процентне відношення маси води m_B , що знаходиться в зразкові, до його маси в абсолютно сухому стані m_0 :

$$W = \frac{m_B}{m_0} 100\%. \quad (1)$$

Метод висушування деревини при визначених умовах може забезпечувати дуже високу точність. Але такі умови на практиці не завжди створюються, а тому і точність вимірювань може виявитись низькою.

Головним недоліком методу висушування є тривалий час процесу вимірювання вологості. Інший недолік полягає в неможливості безперервного вимірювання вологості зразка, що висушується, оскільки після вимірювання зразки стають непридатними для подальшого використання.

Прямі методи малоприменні до контролю вологості в технологічних процесах внаслідок великих затрат часу, періодичності, необхідності безповоротного відбору проб, складності та громіздкості апаратури. Тому, широкого розповсюдження набули непрямі методи вимірювання вологості.

Непрямі методи вимірювання вологості деревини

Непрямі методи визначення вологості засновані на вимірюванні електрофізичних параметрів деревини. Відомо, що електрофізичні параметри в більшості випадків залежать від вологості деревини. Точність цих методів визначається тісністю кореляційного зв'язку електрофізичних параметрів з вологістю і ступенем впливу на них параметрів, що заважають, таких як, щільність, анізотропія, температура деревини та інші. При належній компенсації цих завад точність непрямих методів вимірювання вологості може відповідати вимогам виробництва. [3]

При безперервному вимірюванні в потоці за рахунок великого об'єму деревини, що контролюється, точність вимірювання непрямыми методами виявляється вищою за точність сушильно-вагового методу.

Одним з непрямих методів вимірювання вологості є радіометричний метод, в основі якого лежить явище послаблення інтенсивності ядерного випромінювання при проходженні через зразок, що досліджується. Взаємодія з речовиною відбувається на ядерному рівні, де енергія взаємодії перевищує на декілька порядків енергію теплових фізичних явищ. Тому вплив температури не викликає похибок.

Найбільш точні результати при вимірюванні вологості радіометричним методом можна отримати при використанні нейтронного випромінювання, так як уповільнення швидких нейтронів визначається кількістю водню в речовині. В деревині водень складає лише 6,3%, тому коливання її щільності буде мало впливати на точність вимірювань.

Але використання даного методу можливе лише для масивних шарів деревини.

Для контролю вологості найчастіше використовують ν - та β -випромінювання.

Перевагою радіометричного методу вимірювання вологості деревини є широкий діапазон вимірювань, безконтактність вимірювань, відсутність впливу температури на результати вимірювань. Недоліком даного методу є залежність результатів вимірювання вологості від коливань розміру зразка.

Оптичні методи вимірювання вологості отримали достатньо широке розповсюдження. В оптичних методах використовується залежність коефіцієнта

відбиття від вологості деревини на частотах інфрачервоного діапазону. Основна перевага даного методу – його дистанційність. До недоліків можна віднести малу глибину проникнення інфрачервоного випромінювання в деревину (1 – 5мм) і необхідність ретельного догляду за оптикою в умовах запилених деревообробних цехів.

Високочастотний метод практично не підпадає під вплив температури деревини і статичного струму, що вигідно відрізняє його від інших методів. Завдяки високій ефективності метода, можливо перевіряти дошку на вологість по всій довжині за декілька секунд. Але недоліком даного методу є складність його реалізації.

Даний метод заснований на вимірюванні електричних параметрів матеріалу, його амплітуди та фази, або відображеної хвилі в діапазоні до 30 ГГц.

Одним з властивостей води - є висока діелектрична проникність. Ця особливість призводить до того, що навіть при відсутності зовнішнього електричного поля, молекула води має власний дипольний момент. Орієнтація полярної молекули в зовнішньому полі відмінна від орієнтації неполярної молекули при електронній або іонній поляризації. При дипольній поляризації молекула обертається як єдине ціле. Обертання молекули відстає від обертового моменту, викликаного змінним електромагнітним полем, за рахунок сил тертя, які також зменшують амплітуду результуючої поляризації. Це відставання зручно характеризувати часом релаксації.

На низьких частотах релаксаційні процеси обумовлені структурною поляризацією. Цей вид поляризації виникає за рахунок неоднорідності структури деревини, оскільки кожний її елемент можна вважати диполями, на кінцях яких при впливі поля встановлюються заряди протилежного знаку. За рахунок великих розмірів диполів процес поляризації протікає дуже повільно. Тому на високих частотах цей вид поляризації зникає. На високих частотах коефіцієнт втрат змінюється за рахунок релаксаційних процесів, що відбуваються безпосередньо у воді. Вода виникає у деревині лише при вологості, яка перевищує точку насичення волокон. Таким чином вимірювання вологості даним методом зводиться до визначення величини діелектричних втрат.

Перевагами високочастотного методу вимірювання є можливість безконтактного вимірювання, відносна простота реалізації.

Найбільш розповсюдженими з непрямих методів є кондуктометричний та ємнісний методи вимірювання вологості.

Ємнісний метод побудований на залежності діелектричної проникності або діелектричних втрат від вологи в деревині. Вологоміри ємнісного типу показують середнє значення між максимальною і мінімальною кількістю вологи на глибині проникнення. Зміна вологості призводить до зміни ємності чутливого елемента датчика. За допомогою спеціальної вимірювальної схеми зміна ємності чутливого елемента датчика перетворюється в постійну напругу.

Кондуктометричний метод базується на залежності електричного опору від кількості вологи в деревині. Ручку-датчик, що має дві голки, вводять у

деревину на глибину, де ймовірно найбільша вологість (орієнтовно - на половину товщини матеріалу).

Капілярно-пористі вологі матеріали з точки зору фізики діелектриків відносяться до макроскопічних неоднорідним діелектриків. Їх неоднорідність обумовлена в першу чергу наявністю крапель води в основному матеріалі. Крім того, більшість промислових матеріалів неоднорідні по своєму хімічному складу і містять забруднення.

Основна перевага кондуктометричного методу полягає в його простоті. Але точність даного методу не може бути високою за рахунок великих температурних похибок і нерівномірності структури деревини.

Наскрізна провідність матеріалу багато в чому залежить від якості електричного контакту між електродами перетворювача вологи і деревиною.

При вимірюванні вологості стружки і шпона стійкий електричний контакт отримати значно важче, ніж на масивній деревині. Тому, кондуктометричний метод знайшов використання для вимірювання масивних зразків деревини.



Рисунок 2 – Вологоміри, побудовані на кондуктометричному методі

При вологості менше 5% наскрізна провідність деревини сильно зменшується і стає приблизно рівною провідності ізоляційних матеріалів. Тому, вимірювання малої вологості кондуктометричним методом є складним.

При збільшенні проценту вологості деревини – його електричний опір падає. Тому визначення вологості деревини даним методом фактично зводиться до вимірювання опору деревини. [4]

У процесі сушіння пиломатеріалів різних порід товщиною 50 мм вологість в середині них може бути більшою від вологості на поверхні до 10%. Тому для вирівнювання вологи рекомендовано після сушіння витримувати пиломатеріали у виробничих приміщеннях не менше трьох діб, а при замірах вологості застосовувати вологоміри з потрібною глибиною проникнення в деревину.

Вологоміри, побудовані на кондуктометричному методі максимальну вологу деревини показують у конкретній точці. Тому для об'єктивності вимірювання слід проводити його в кількох точках.

В розробці комбінованих методів можливі два шляхи виявлення комбінуючої функції – детермінований і імовірнісний. Перший шлях – детермінований, заснований на використанні функціональних теоретичних або експериментальних залежностей між вологою і параметрами, що заважають, для різноманітних методів вимірювання вологості і обрахунку по ним комбінуючи функцій у відповідності з обраним критерієм. Другий шлях – імовірнісний, заснований на представлення вологості і сигналів, що заважають, у вигляді випадкових величин при періодичному контролі і випадкових функцій при безперервному контролі.

Перший шлях доцільно використовувати при нелінійних залежностях між корисними параметрами і параметрами, що заважають, і при наявності одного з найбільш сильного параметру що заважає, в матеріалі.

Другий шлях дає більш високу точність і доцільний при наявності великого числа приблизно рівнозначних параметрів, що заважають, які зокрема важко врахувати через їх дуже малі коливання відносно їх математичних очікувань.

До недоліків комбінованих методів відносяться деякі ускладнення електронної вимірювальної схеми вологоміра. При цьому є необхідність використання додаткових перетворювачів для вимірювання параметрів, що заважають. Перевагою даного методу є забезпечення необхідної точності вимірювання.

Висновки. Для розробки вологоміра серед наведених методів вимірювання вологості деревини обрано кондуктометричний метод, тому що даний метод є найбільш простим у реалізації.

Хоча результати вимірювань залежать від температури матеріалу та від ступеня однорідності матеріалу, проте даний метод має ряд переваг в порівнянні з іншими.

По перше даний метод дозволяє вимірювати вологість в досить широкому діапазоні – від 7% до 50%. При чому в діапазоні вологості від 5 % до 30 % даний метод володіє високою чутливістю до змін вологості матеріалу і високою точністю вимірів.

Також вологоміри, що реалізовані на основі кондуктометричного методу мають малі габаритні розміри і простоту конструкції голкового датчика вологості.

Список використаних джерел

1. Кузнецов В. А. Вимірювання в електроніці. Київ : Енергоатом, 2018. 512 с.
2. Коряків В. І., Запорожець А. С. Прилади в системах контролю вологості твердих речовин і їх метрологічні характеристики. Київ : Десна, 2012. 189 с.
3. Іванченко Ю. А., Федоров. А. А. Чим вимірюється вологість? Київ : Промінь, 2010. 90 с.
4. Богачук В. В. Методи та засоби вимірювального контролю вологості матеріалів. Видавництво : Лебідь, 2008. 141 с.

Тарас МЕЛЬНИК¹³,
бакалавр 4-го року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОГЛЯД РІЗНИХ СПОСОБІВ ОХОЛОДЖЕННЯ ПОВІТРЯ

***Анотація.** Наявні системи вентиляції пташників не здатні цілий рік підтримувати в них необхідні значення основних параметрів мікроклімату. Вплив температурних показників на здоров'я птиці пояснюється тим, що в неї недостатньо розвинена система терморегуляції, бо вона не має потових залоз, і тепловіддача відбувається переважно за рахунок випаровування води під час дихання. Своєю чергою, надлишкова вологість у пташнику так само гальмуватиме цей процес, що може призвести до теплового удару у птахів. Зоотехнічні вимоги щодо загазованості та швидкості повітря в пташнику обґрунтовані тим фактом, що птаха погано переносить протяги та тривале перебування в загазованому приміщенні. Таким чином, проблема розроблення та впровадження принципово нових кондиціонерів повітря стає дедалі гострішою.*

***Anotation.** The existing ventilation systems in poultry houses are not able to maintain the required values of the main microclimate parameters all year round. The impact of temperature on poultry health is explained by the fact that poultry have an underdeveloped thermoregulation system, as they do not have sweat glands, and heat is lost mainly through the evaporation of water during respiration. In turn, excessive humidity in the poultry house will also slow down this process, which can lead to heat stroke in birds. The zootechnical requirements for air pollution and air velocity in the poultry house are justified by the fact that birds do not tolerate drafts and prolonged stay in a polluted room. Thus, the problem of developing and implementing fundamentally new air conditioners is becoming increasingly acute.*

***Вступ.** Наявні в пташниках системи вентиляції не здатні цілорічно підтримувати в приміщенні необхідні параметри повітряного середовища. У літній період це пояснюється значними теплопритоками, з якими вентиляційна система впоратися не в змозі, а взимку повітря, яке подають у приміщення, потребує попереднього підігріву, що зумовлює необхідність у додаткових теплових установках.*

Керуючись і ґрунтуючись на сучасних тенденціях утримання птиці в європейських країнах, необхідно зазначити, що під час будівництва та модернізації пташників визначальними критеріями, які висувають до вентиляційних систем, а також систем охолодження та підігріву повітря, будуть ресурсозбереження та екологічна безпека [1-5].

¹³Науковий керівник – к.т.н, доцент Твердохліб І.В., кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці

Цим критеріям повністю відповідають водовипарні охолоджувачі повітря у спекотний період року та рекуператори тепла - у холодний. Їхнє застосування за кордоном, зокрема, в європейських країнах, де питанням енергозбереження та екології справедливо приділяється величезна увага, досить поширене.

Для ефективнішого оброблення повітря рекомендується застосування пластинчастих охолоджувачів водовипарного принципу дії, які за своїми конструктивними особливостями здатні більш ефективно охолоджувати та зволожувати повітря, що проходить через їхні канали.

Виклад основного матеріалу. Метою дослідження є підвищення продуктивності сільськогосподарської птиці за рахунок поліпшення температурно-вологісних параметрів повітряного середовища птахівничого приміщення шляхом включення до його системи вентиляції пластинчастих водовипарних охолоджувачів повітря в спекотну пору року та рекуператорів тепла в холодну пору.

Жодна з відомих на цей момент вентиляційних систем незалежно від принципу її роботи та обсягу повітря, що подається нею, не може повною мірою забезпечити задані параметри мікроклімату птахівничого приміщення. Причини для цього в зимовий та літній період різні. Влітку в спекотний період спостерігаються значні зовнішні та внутрішні теплопритоки. Вентиляція має забезпечити їхню повну нейтралізацію. Але навіть у цьому разі температура повітря в пташнику не може бути нижчою за температуру навколишнього середовища. До того ж обсяг повітря, що подається, обмежений за швидкістю зоотехнічними нормами для утримання птиці. Взимку, за низьких температур головне завдання вентиляції полягатиме в тому, щоб забезпечити в приміщенні необхідний обмін повітря за мінімальних втрат тепла. І в цьому випадку вентиляція не справляється з поставленим завданням. Доводиться стикатися або з недостатнім вентилуванням приміщення, або із занадто великими втратами тепла, які ведуть до зниження температур у зоні розміщення птиці.

Сучасні технології охолодження повітря повинні задовольняти таким основним вимогам:

1. Мінімальне споживання енергії.
2. використання поновлюваних джерел енергії.
3. екологічна безпека.
4. відсутність виділення власного тепла.
5. Здатність тривало і безаварійно працювати в автономному режимі.
6. Здатність особливо ефективно працювати в періоди аномально спекотної погоди.
7. Можливість масового виробництва і застосування.
8. Низька собівартість виробництва [3, 4, 5].

Незалежно від свого принципу дії будь-яка система для кондиціонування повітря складається з декількох блоків. Блок охолодження забезпечує необхідні температурно-вологісні характеристики приточного повітря. Блок управління процесом охолодження являє собою автоматизований вузол, призначений для контролю процесів тепло-вологісної обробки повітря. Система повітропроводів

та пристроїв для рівномірного розподілу повітряного потоку за обсягом приміщення. Блок видалення відпрацьованого повітря з приміщення, а також обладнання для зниження шуму та вібрації під час роботи системи кондиціонування.

Основна частина системи - це блок охолодження. У ньому забезпечуються всі необхідні параметри припливного повітря. Залежно від типу цього блоку він може задавати як окремі параметри припливного повітря, так і проводити його повнооб'ємну обробку. У першому випадку говорять про часткове, а в другому про повне кондиціонування.

Залежно від тривалості своєї роботи подібні пристрої можуть бути як сезонними, так і цілорічними. Говорячи про пристрої для тепловологісної обробки повітря, зауважимо, що вони належать до сезонних машин для часткової обробки повітряних мас.

Усі наявні сучасні установки для кондиціонування приміщень мають три принципи отримання холоду [1-5]:

1. Штучне отримання холоду. У цьому випадку холодне повітря отримують за допомогою термоелектричних, компресорних та абсорбційних холодильних машин.

2. Природне отримання холоду. У цьому випадку припливне повітря охолоджують за допомогою випаровування в нього води. Залежно від конструктивних особливостей такі установки можуть бути прямими, непрямими або двоступеневими. Вибір зазначених типів здійснюється залежно від того, якими мають бути параметри охолодженого повітря.

3. Комбінований спосіб, що об'єднує в собі природну та штучну обробку повітря.

При виборі того чи іншого способу для кондиціонування припливного повітря даного приміщення необхідно виходити із зоотехнічних вимог до утримання в ньому птиці. Основними факторами тут будуть вид та вік птиці, її кількість та спосіб утримання. Залежно від цього визначаються тепло- і вологонадходження в пташнику. При цьому дуже важливо враховувати такі вихідні дані як місцеві кліматичні умови, теплофізичні властивості огорожувальних конструкцій пташника.

На сучасному етапі відомо безліч різних систем та установок для кондиціонування повітря, принцип дії яких заснований на різних ефектах.

Наприкінці 60-х років минулого століття, з випуском напівпровідникових матеріалів, з'явилася практична можливість виготовлення термоелектричних охолоджувальних пристроїв, в яких отримання холоду ґрунтувалося на процесі перетворення електроенергії.

За всіх позитивних якостей, до яких відносяться простота та надійність конструкції, чітке регулювання за температурою охолодженого повітря, невеликі габаритні розміри, безшумна та довгострокова робота, такі пристрої мають досить низький коефіцієнт використання енергії. Цей факт обмежує їх застосування для охолодження повітря в приміщеннях.

Ширшого поширення в галузі охолодження великих стаціонарних об'ємів набули компресійні пристрої. Холодильним агентом у цих машинах слугує фреон. Вони широко застосовуються в приміщеннях як побутового, так і громадського призначення (магазини, офіси, поліклініки тощо). Однак, як показують наукові дослідження, застосування в цих установках фреону R22 або R12, несприятливо позначається на екологічній безпеці таких установок та веде до руйнування озонового шару.

З погляду екологічності більш придатними є абсорбційні машини, які замість компресора використовують генератор та насос для подачі рідини. Потужність насоса практично в 10 разів менша ніж у компресійних машин [3, 4, 5]. Холодильним агентом у таких пристроях слугує вода, а в ролі абсорбенту виступає бромистий літій. За таких компонентів тиск у системі цієї машини нижчий за рівень атмосферного тиску, що зумовлює необхідність надійної герметизації системи і наявність спеціальних пристроїв для видалення повітря, яке проникає в систему. З урахуванням того, що бромистий літій є хімічно активним елементом та викликає при контакті з ним сильну корозію звичайних металів, робота таких машин пов'язана з великими витратами на спеціальні не схильні до корозії матеріали. Говорячи про ефективність таких машин, зауважимо, що вона набагато нижча, ніж у пристроїв компресійного типу.

Існують пароінжекторні пристрої, що дають змогу використовувати більш холодну пару з температурою близько 140-190 °С. У деяких випадках такі установки можуть працювати і на фреоні. Найчастіше холодильним агентом у них служить вода. Це дає змогу зробити роботу таких машин безпечнішою та простішою в експлуатації.

Однак, аналізуючи сказане вище, зазначимо, що робота абсорбційних та пароінжекторних машин обґрунтована в тих системах кондиціонування, в яких застосовується подача тепла від ТЕЦ [5].

В останні десятиліття минулого століття з'явилися машини, в яких як холодильний агент використовують повітря. За способом обробки повітря вони можуть бути вихрового або турбодетандорного типу. Внаслідок малої теплоємності холодильного агента, потрібно організувати подачу великої кількості охолодженого повітря, що в ряді випадків недоцільно. До того ж з цієї ж причини конструкції таких машин занадто громіздкі і, разом з тим, малоефективні [5].

В останні десятиліття за кордоном та в нашій країні активно розробляються водовипарні пристрої для охолодження повітря. Принцип їхньої роботи полягає в тому, що сухе повітря, яке обробляється, витрачає енергію на випаровування вологи і тим самим охолоджується. Одночасно з цим зростає його відносна вологість.

При всіх зазначених типах перевагами водовипарних охолоджувачів повітря є простота конструкції, екологічна безпека, низька енергоємність. До того ж вони мають ще одну позитивну якість - саморегульованість за температурою охолодженого повітря.

У деяких випадках вигідним виявляється використання комбінованих пристроїв. Обґрунтованість цього принципу найбільш актуальна для машин з однаковими вузлами та пристроями [1, 5]. Машини для виробництва холоду, як правило, оснащені вентиляторним блоком, системою фільтрів холодоагенту та повітря, піддоном для зливу відпрацьованої рідини, типовими елементами автоматики та управління її роботою.

Очевидні переваги водовипарного охолодження повітря зумовлюють дедалі ширше застосування цього способу кондиціонування приміщень на практиці. До теперішнього моменту відомо кілька способів охолодження повітря, в основі яких лежить водовипарний процес [1-5].

Найпростіший варіант полягає в розпиленні дрібнодисперсних крапель води безпосередньо в об'єм, що охолоджується.

Найпростіший варіант полягає в розпилюванні дрібнодисперсних крапель води безпосередньо в охолоджуваній об'єм.

Третій спосіб водовипарного охолодження базується на обробці повітря в зрошуваних пристроях - випарниках. Відомі різні конструктивні рішення подібних блоків.

Обираючи той чи інший спосіб охолодження, необхідно враховувати його специфічні особливості та можливості.

Для найбільш раціональної роботи водовипарних охолоджувачів необхідне повне зволоження зрошуваного шару та максимальний контакт охолоджуваного повітря з поверхнею пластини на всьому поперечному перерізі каналу. Для виконання цих умов важливо дотримуватися співвідношення між інтенсивністю зволоження поверхні випаровування і швидкостями руху повітря вздовж зрошуваної пластини.

Пластинчасті водовипарні охолоджувачі (рис.1) можна вважати найефективнішими пристроями для тепло-важкісної обробки повітря з метою його охолодження [2, 3, 5]. Їхні безсумнівні переваги, виражені в гарантовано повному охолодженні повітря і відсутності додаткових витрат на попередню підготовку потоку води, що подається, відкривають широкі можливості для їх використання в сільськогосподарському виробництві.

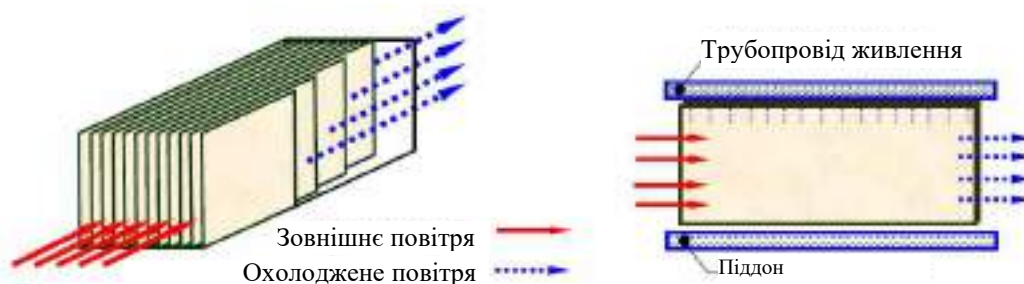


Рис. 1. Принципова схема пластинчастого охолоджувача

Необхідно враховувати також економічні та екологічні чинники, пов'язані з виробництвом та експлуатацією пластин: помірний ціна, доступність сировини,

можливість організації високопродуктивного процесу виготовлення, екологічна безпека виробництва та експлуатації.

Оцінку якості роботи охолоджувачів повітря водовипарного принципу дії заведено проводити за температурним показником ефективності, який є безрозмірною величиною та визначається за формулою [1, 2]:

$$E = \frac{t_3 - t_o}{t_3 - t_{\text{MT}}}$$

де, t_{MT} - температура зовнішнього повітря за мокрим термометром, тобто температура за умови повного насичення повітря паром, °С.

t_3 - температура зовнішнього повітря, °С.

t_o - температура охолодженого повітря, °С.

Наведені вище порівняння різних типів охолоджувачів мають якісний, але водночас досить об'єктивний характер.

Висновки. 1. Обґрунтовано необхідність попередньої теплової обробки припливного повітря. У спекотний період року потрібне його охолодження, а в холодну пору - підігрів.

2. Обґрунтовано найбільш раціональний спосіб нормалізації температурно-вологісних параметрів повітряного середовища птахівничих приміщень у спекотну та холодну пору року, що базується на тепловій обробці припливного повітря пластинчастими теплообмінниками.

Список використаних джерел

1. Кучерук М.Д. Санітарно-гігієнічні умови утримання птиці за органічного вирощування як чинник продуктивності. М.Д. Кучерук, Д.А. Засекін, Р.О. Димко, О.А. Щербина. Біоресурси і прородокористування України. 2017. Т.9, №5-6.

2. Вівант, Л. Рециркуляційна система вентиляції. Л. Вівант Наше птахівництво. 2019. № 4. С. 36-38.

3. Зарик, М. Тунельна вентиляція в пташнику. М. Зарик, Б. Фейрчайлд. Наше птахівництво. 2021. № 4. С. 28-30.

4. Сподинюк Н.А. Застосування геотермальної вентиляції для теплопостачання приміщень пташників. Н.А. Сподинюк, Л.П. Горбаченко. Птахівництво. Україна. 2020. № 11. С. 37-39.

5. Горобець В.Г. Енергоефективна система підтримання мікроклімату у птахівничих приміщеннях: монографія. В.Г. Горобець В.І. Троханяк Київ. ЦП «Компринт», 2017. 193 с.

Ілля БЕРЕЗОВСЬКИЙ¹⁴,
студент 4-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПОКРАЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДИЗЕЛЬНИХ ПАЛИВ ДОБАВКАМИ РІЗНИХ ВИРОБНИКІВ

Анотація. У проведеному дослідженні було вивчено вплив різних багатофункціональних добавок виробництва різних європейських компаній на якість дизельного палива з метою поліпшення його характеристик при використанні. Для цього використовувалось дизельне паливо, вироблене компанією "Укртатнафта". Дві такі добавки, як Keropur® DP Energy від німецького концерну BASF та Chimec EP Line від італійської компанії Chimec, були використані для покращення фізико-хімічних властивостей палива.

Головною метою цієї статті було проведення випробувань та визначення впливу європейських багатофункціональних добавок на фізико-хімічні характеристики палива і зменшення викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газах, таких як сажа, незгорілі вуглеводні, чадний газ і оксиди азоту. Використання таких багатофункціональних пакетів добавок для дизельного палива дозволяє підтримувати чистоту системи впорскування палива двигуна на необхідному технічному рівні, що забезпечує оптимальний склад паливно-повітряної суміші і гарантує найбільш повне та ефективно її згорання. При цьому це також призводить до значного зменшення рівня викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газах, а також до зменшення витрати дизельного палива на 2-5% і, відповідно, виділення вуглекислого газу.

Annotation. In the conducted study, the influence of various multifunctional additives produced by various European companies on the quality of diesel fuel was studied in order to improve its characteristics during use. For this, diesel fuel produced by the company "Ukrtatnafta" was used. Two additives such as Keropur® DP Energy from the German concern BASF and Chimec EP Line from the Italian company Chimec were used to improve the physical and chemical properties of the fuel.

The main purpose of this article was to conduct tests and determine the effect of European multifunctional additives on the physical and chemical characteristics of fuel and the reduction of emissions of harmful substances in exhaust gases, such as soot, unburned hydrocarbons, carbon monoxide and nitrogen oxides. The use of such multifunctional packages of additives for diesel fuel allows you to maintain the cleanliness of the engine's fuel injection system at the required technical level, which ensures the optimal composition of the fuel-air mixture and guarantees the most complete and efficient combustion. At the same time, it also leads to a significant

¹⁴Науковий керівник - асистент Єленич А.П., кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

reduction in the level of emissions of harmful substances in exhaust gases, as well as to a reduction in diesel fuel consumption by 2-5% and, accordingly, the release of carbon dioxide.

Вступ. Економічний розвиток країни в значній мірі залежить від постійно зростаючої потреби її економіки в моторних паливах. На сьогоднішній день і в найближчій перспективі очікується підтримання високого обсягу споживання нафтопродуктів. Науково-технічний прогрес у сфері автомобільного виробництва, спільно з підвищенням екологічних стандартів і умов експлуатації автотранспорту, ставить високі вимоги до якості моторних палив, зокрема дизельних.

Використання спеціальних добавок в дизельних паливах надає можливість відповідати сучасним вимогам до якості цих палив. Використання таких добавок дозволяє забезпечити відповідність сучасним стандартам якості і вимогам щодо збереження довкілля при одночасному забезпеченні стабільного та постійного зростання економіки. Висока якість дизельних палив, покращені характеристики та екологічна безпека є ключовими компонентами для ефективного функціонування сучасного автомобільного транспорту та підтримки сталого економічного росту країни [1].

Виклад основного матеріалу. Дизельне паливо є одним з найбільш популярних видів пального для двигунів внутрішнього згорання, оскільки воно є економічним і має дещо нижчу ціну, ніж бензин. Основні характеристики цього палива, які впливають на його експлуатаційні властивості, включають цетанове число, склад фракцій, в'язкість, густину, чистоту, температуру спалаху та характеристики низьких температур.

Якість і склад палива мають значний вплив на роботу паливної системи та загальні характеристики двигуна, зокрема потужність і витрату пального. Низька якість палива може призвести до руйнування двигуна через збільшене навантаження і знос рухомих деталей.

Для поліпшення експлуатаційних властивостей дизельних палив використовуються спеціальні добавки. У даному дослідженні використовувалось дизельне паливо, вироблене ПАТ "Укртатнафта", яке відповідає стандартам якості.

Для покращення фізико-хімічних характеристик палива та підвищення екологічних показників використовувалися дві добавки: Keropur® EnergyDP від концерну BASF (Німеччина) та Chimes EP-D plus від компанії Chimes (Італія). Ці добавки є синтетичними та багатофункціональними, і вони спрямовані на підтримання чистоти паливної системи, оптимізацію утворення паливно-повітряної суміші та забезпечення її ефективного згорання, що призводить до зменшення витрат пального і викидів шкідливих газів.

Додатково, ці добавки захищають паливну систему автомобіля та обладнання АЗС від корозії, а також сприяють відділенню води від палива, що є важливим для запобігання введенню води в паливний бак. Також вони містять піногасник, який зменшує утворення піни під час заправки і сприяє її швидкому

осадженню. Комплекс компонентів у складі цих добавок підвищує стабільність дизельного палива при тривалому зберіганні, зокрема при додаванні нестабільних вуглеводневих фракцій.

Ефективність мийних добавок для забезпечення чистоти системи впорскування дизельного двигуна була оцінена відповідно до стандартизованого методу СЕС-F23-A-01 [2]. Однак, незважаючи на використання стандартних методів, є безліч факторів, які можуть впливати на результати випробувань. Наприклад, одне й те саме паливо може показувати різні результати випробувань на двох однакових моторах. Тому при порівняльних випробуваннях двох добавок використовується один і той же двигун, одна моторна олива, одні й ті самі дизельне паливо та умови, і випробування проводяться послідовно, одне за одним, тобто варіюється тільки сама добавка (це так званий back-to-back тест). Щоб забезпечити повторюваність результатів досліджень, двигун постійно калібрується з використанням стандартного палива фірми "Haitermann", спеціально призначеного для цих цілей.

Для дизельних палив високої якості, які використовуються на ринках країн з обмеженнями на рівень викидів автомобільного транспорту, зазвичай характерне обмеження потоку менше 70%. Брендіві палива провідних європейських виробників зазвичай мають обмеження потоку менше 65%, а найкращі палива преміум-сегменту європейського ринку мають обмеження потоку менше 30%.

Чистота інжекторних форсунок і правильне утворення та горіння паливно-повітряної суміші є ключовими факторами, які впливають на ефективну і тривалу роботу двигуна, зниження викидів шкідливих газів і економію пального.

Особливо важливим є питання мінімізації схильності дизельного палива до утворення відкладень в сучасних дизельних двигунах з прямим впорскуванням палива, таких як двигуни Common Rail з високим тиском впорскування до 1500 бар.

У Всесвітній паливній хартії відсутні вимоги щодо захисту металів від корозії у дизельних паливах, оскільки корозія може бути проблемою в інфраструктурі виробництва і споживання палива. Багатофункціональні пакети добавок містять ефективні інгібітори корозії, і їх дія оцінюється за стандартом ASTM D865 A mod. (аналог NACE TM-01-72), використовуючи солону воду для імітації морської води.

Важливою характеристикою дизельного палива є його піногасні властивості, які вимірюються за допомогою стандарту BNPe Foam Rig Test (NF M 07-075). Відповідно до рекомендацій Всесвітньої паливної хартії, обсяг утвореної піни та час її осадження не повинні перевищувати 100 мл і 15 с.

Для оцінки окиснювальної стабільності дизельного палива використовується стандарт EN 590. Рівень нерозчинних продуктів окиснення вимірюється за ASTM D 2274 і не повинен перевищувати 25 г/м².

Багатофункціональні пакети добавок включають спеціальні органічні поверхнево-активні речовини, які не підсилюють емульгацію води в паливі. До

складу таких пакетів вводиться деемульгатор, який забезпечує оптимальне розділення води від дизельного палива.

Усі ці вимірювання і тести проводилися згідно з встановленими стандартами і методами для оцінки якості дизельного палива та ефективності мийних добавок. Важливим аспектом є врахування низки факторів, які можуть впливати на результати досліджень, і забезпечення повторюваності тестів шляхом використання стандартних умов і обладнання.

Додатково, важливою характеристикою дизельних палив є їхні властивості щодо захисту металів від корозії, оскільки корозія може призвести до проблем в інфраструктурі виробництва і зберігання палива. Багатофункціональні пакети добавок містять інгібітори корозії, і їх дія оцінюється за стандартами ASTM та NACE.

Наявність інгібіторів корозії та деемульгаторів в багатофункціональних пакетах добавок сприяє оптимальному фазовому розділенню води та дизельного палива, що допомагає попереджати потрапляння води в паливний бак та підвищує стабільність палива при тривалому зберіганні.

Для оцінки ефективності добавок у забезпеченні чистоти системи впорскування спочатку проводили дослідження на вихідному паливі без введення будь-яких добавок. Результати показали, що обмеження потоку, яке відображає схильність дизельного палива до утворення відкладень на форсунці, для базового палива становило 79,4%. Це значення відповідає типовим показникам палив, які відповідають європейському стандарту EN 590.

Після додавання до палива добавки Keropur® DP ENERGY у кількості 150 мг/кг і проведення 10-годинних випробувань, обмеження потоку скоротилось до 58,4% (таблиця 1). Це зниження обмеження потоку на більше ніж 20% свідчить про високу ефективність даної добавки у забезпеченні чистоти системи впорскування і підтверджує її здатність зберігати систему в чистоті (ефект "Keep Clean") [3].

Таблиця 1

Ефективність палива з підтримання чистоти (Keep Clean) і очищення (clean-up) форсунок

Продукт	Дозування, ppm	Підняття голки форсунки 0,1 мм				Середнє значення
		Ф. 1	Ф. 2	Ф. 3	Ф. 4	Обмеження потоку, %
		Обмеження потоку, %				
Базове ДП	0	79,6	78,4	83,6	76,1	79,4
Keropur DP ENERGY	150	59,6	54,7	64,6	54,7	58,4
Keropur DP 4510	150	67,7	68,8	66,0	70,2	68,2
Chimes EP-D plus	190	–	–	–	–	52,0

Додавання добавки Chimes EP-D plus у кількості 190 ppm також істотно зменшує корозійну дію дизельного палива. Результати наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Результати дослідження дизельного палива на корозію при додаванні добавки Chimes EP-D plus

Присадка	Дозування, мг/кг	Оцінка за шкалою NACE
Базове ДП (метод А)	0	В
Керорур DP ENERGY (метод А)	150	А
Базове ДП (метод В)	0	Е
Керорур DP ENERGY (метод В)	150	С
Chimes EP-D plus (метод В)	190	В++ /A class

Порівнюючи отримані результати з даними для найпоширеніших на європейському ринку дизельних палив, можна встановити, що паливо від ПАТ "Укртатнафта" з добавкою Керорур® DP ENERGY в кількості 150 мг/кг вже відноситься до брендів марок провідних міжнародних компаній, таких як Esso, Shell та інші. Також, при додаванні до палива добавки Chimes EP-D plus в кількості 190 мг/кг, після 10-годинних випробувань обмеження потоку скоротилось до 52%, що також є високим показником [4].

Потім двигун проганяли за стандартним циклом на дослідженому паливі з добавкою Керорур DP ENERGY в кількості 150 мг/кг. У цьому випадку обмеження потоку зменшилося з 79,4% (базове дизельне паливо) до 68,2%, що є прийнятним для європейських палив.

Вимірювання корозійної дії дизельного палива показало, що базове дизельне паливо проявляє високу корозійну активність за стандартом ASTM D665 А, а у варіанті з морською водою площа корозії становить понад 75%. Однак, додавання пакета добавок Керорур® DP ENERGY в кількості 150 мг/кг або Chimes EP-D plus в кількості 190 мг/кг повністю інгібувало корозію в обох варіантах (табл. 3).

У випробуванні на сепарування води виявлено, що базове паливо має емульгованість води. Додавання пакета добавок Керорур® DP ENERGY в кількості 150 мг/кг або Chimes EP-D plus в кількості 190 мг/кг ефективно покращило поведінку дизельного палива при сепаруванні води, як через 5 хвилин, так і після 4-годинної витримки. В табл. 4 наведено отримані експериментальні дані.

Таблиця 3

Результати випробувань на антипінність при використанні добавок Керорур® DP ENERGY

Добавка	Об'єм піни (мл)	Час осадження піни (с)
Базове ДП (метод А)	110	40
Базове ДП + Керорур DP ENERGY	40	10
Базове ДП + Chimes EP-D plus	50	6

Таблиця 4**Результати випробування дизельного палива на ефективність сепарування води при використанні добавок**

Присадка	К-сть, мг/кг	Час, хв	Границя розділення фаз, бали	Фаза дизпалива, бали	Водяна фаза, бали	Втрата води, л
Базове ДП	0	5	4	2	3	1
Keropur DP ENERGY	150	5	3	2	1	0
Базове дизельне паливо	0	240	3	2	1	0
Keropur® DP ENERGY	150	240	2	1,5	1	0
Chimes EP-D plus	190	5	2	3	1	0
Chimes EP-D plus	190	240	1	2	1	0

При аналізі окиснювальної стабільності було виявлено, що базове дизельне паливо має дуже високу стабільність у відношенні окиснення, навіть в порівнянні зі стандартами. Однак введення 150 мг/кг присадки Keropur® DP ENERGY або 190 мг/кг Chimes EP-D plus призвело до додаткового зниження цього показника на 44%.

Застосування багатофункціональних пакетів добавок для дизельного палива дозволяє підтримувати систему впорскування палива двигуна на оптимальному рівні чистоти. Це забезпечує оптимальний склад паливно-повітряної суміші і гарантує ефективну роботу двигуна.

В результаті цього значно зменшується викид шкідливих речовин у відпрацьованих газах, таких як сажа (PM), незгорілі вуглеводні (НС), оксиди вуглецю (CO) і оксиди азоту (NOx), а також зменшуються витрати дизельного палива на 2-5%. Це також сприяє зменшенню викидів парникових газів, зокрема CO₂.

Оптимальна концентрація добавок Keropur DP ENERGY та Chimes EP-D plus становить відповідно 150 та 190 г/т. При ринковій ціні на добавку Keropur® DP ENERGY в 3200 €/т та Chimes EP-D plus в 3350 €/т, збільшення вартості дизельного палива складає 0,480 €/т при використанні присадки Keropur® DP ENERGY та 0,637 €/т при використанні добавки Chimes EP-D plus.

Отже, при закупівлі добавок від різних виробників, окрім вартості добавки, слід враховувати також схему доставки, умови оплати, об'єм одноразових партій та технологічну простоту змішування дизельного палива з добавкою [5].

Висновки. У ході дослідження було оцінено ефективність використання добавок Keropur® DP ENERGY та Chimes EP-D plus у дизельних паливах,

проведено аналіз таких показників, як збереження чистоти системи впорскування, антипінна дія, сепарація води, зменшення корозії, стійкість до окиснення палива та зниження викидів шкідливих речовин.

Отже, можна визначити, що паливо від ПАТ "Укртатнафта", з добавкою Keropur® DP ENERGY у концентрації 150 мг/кг, показало високу ефективність щодо утримання системи впорскування у чистоті. Це робить його подібним до брендів марок відомих міжнародних компаній, таких як Esso та Shell, з обмеженням потоку на рівні 52%, що свідчить про добрі результати.

Список використаних джерел

1. Голич Ю. В., Бойченко С. В., Топільницький П. І., Романчук В. В. Залежність зневоднення нафти від їх фізико-хімічної характеристики. Нафтогазова галузь України. 2015. № 1. С. 25-30.

2. Гайдай О. О., Зубенко С. О., Полункін Є. В., Пилявський В. С. Екологічні та експлуатаційні характеристики палива моторного біологічного Е-85. Матеріали збірника наукових статей III Всеукраїнського з'їзду екологів. Вінниця: ВНТУ, 2017. С. 308-310.

3. Навчальний матеріал онлайн. Методи дослідження палив, присадок та рідин в ЄС: веб-сайт. URL: https://www.cectests.org/public/info/_g003/sec10_2194_p.pdf.

4. Assessment of the quality of alternative fuels for gasoline engines / V. Tkachuk, O. Rechun, N. Merezhko, T. Bozhydarnik, T. Karavaiev // Advances in Design, Simulation and Manufacturing II Proceedings of the 2nd International Conference on Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange, DSMIE-2019, June 11-14, 2019, Lutsk, Ukraine. P. 871-881.

5. Лазарук К. О. Дослідження можливостей зниження забруднення атмосферного повітря вихлопними газами автомобільних двигунів: магістерська дисертація. Київ: НТУУ "КПІ", 2017. 85 с.

Артем ПОРТЕЙ¹⁵,
студент 4-го року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ МАШИН ТА РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ВНЕСЕННЯ ГРАНУЛЬОВАНИХ ДОБРІВ

Анотація. Добрива - речовини, що застосовуються для поліпшення живлення рослин, властивостей ґрунту, підвищення врожайів. Ефект добрив досягається віддачею хімічних компонентів, яких не вистачає рослинам, які

¹⁵Науковий керівник - к.т.н., доцент Холодюк О.В., кафедра агроінженерії і технічного сервісу

необхідні для їхнього росту і розвитку. За рахунок внесення добрив можна підвищити врожайність сільськогосподарських культур на 30-50 %. У багатьох країнах світу використовують розкидачі гранульованих добрив із робочими органами у вигляді дисків, змонтованих на вертикальній осі обертання. Однак у таких робочих органів є істотний недолік: у разі збільшення кількості добрив, що подаються, частина матеріалу не встигає досягти поверхні лопаток і сходиться прямо з диска, не розігнавшись до необхідної швидкості. Для усунення цієї проблеми рекомендується використання роторних робочих органів на горизонтальній осі обертання. У зв'язку з цим питання удосконалення процесу розподілу гранульованих органо-мінеральних добрив роторними робочими органами на горизонтальній осі обертання є актуальним.

Annotation. *Fertilizers are substances used to improve plant nutrition, soil properties, and yields. The effect of fertilizers is achieved by providing the chemical components that plants lack and that are necessary for their growth and development. Fertilization can increase crop yields by 30-50%. In many countries around the world, granular fertilizer spreaders are used with working bodies in the form of disks mounted on a vertical axis of rotation. However, such working bodies have a significant drawback: if the amount of fertilizer supplied increases, part of the material does not have time to reach the surface of the blades and comes right off the disk without accelerating to the required speed. To eliminate this problem, it is recommended to use rotary working bodies on a horizontal axis of rotation. In this regard, the issue of improving the process of distribution of granular organo-mineral fertilizers by rotary working bodies on the horizontal axis of rotation is relevant.*

Вступ. Найпростішим у технічному виконанні та досить ефективним способом внесення органічних та мінеральних добрив є поверхневий, із застосуванням кузовних розкидачів [1, 3]. Перспективою розвитку досліджень у даному напрямі є підвищення рівномірності розподілу добрив по полю з одночасним збереженням продуктивності.

Сьогодні існує низка заводів із виробництва гранульованих органо-мінеральних добрив. Погано змішані органо-мінеральні добрива втрачають свою біологічну активність, а відтак і переваги перед використанням органічних і мінеральних добрив роздільно.

Рівномірний розподіл добрив по поверхні поля - основний критерій, що дає змогу одержати якісний урожай, тому його підвищенням займалися багато вчених [1-5]. Нерівномірність вище 25 % призводить до нерівномірного врожаю по всій ділянці, на яку здійснюється внесення. Через різницю в кількості викинутих на ділянках добрив, рослини розвиваються по-різному. Тому рівномірне внесення - запорука гарного та якісного врожаю. Нерівномірне внесення, наприклад, мінеральних добрив, тягне за собою екологічні проблеми. Так, надлишки добрив вимиваються підземними водами, розкладаються в ґрунті, утворюючи леткі продукти, і надходять в атмосферу, що тягне за собою негативні впливи на здоров'я людини.

Виклад основного матеріалу. Мета дослідження - є підвищення рівномірності розподілу гранульованих органо-мінеральних добрив.

На сьогоднішній день відомо багато різних способів та засобів для внесення мінеральних та органо-мінеральних добрив у твердому та рідкому вигляді [5].

Незважаючи на те що рідкі добрива мають меншу вартість порівняно з твердими добривами та легше засвоюються рослинами, для їхнього внесення необхідні спеціальні інструменти та технічні засоби (рис. 1), які не можуть бути задіяні в інших операціях. Крім того, рідкі добрива складні в зберіганні та спричиняють опіки в разі потрапляння на листя

Внесення ж твердих добрив підрозділяється на поверхневе (розкидне) та локальне. На рис. 2 зображено приклад робочого органу для локального внесення гранульованих добрив [1].

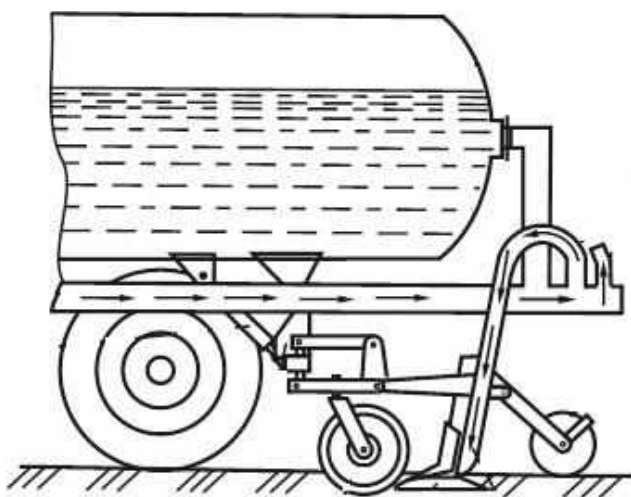


Рис. 1. Приклад пристрою для внесення рідких добрив

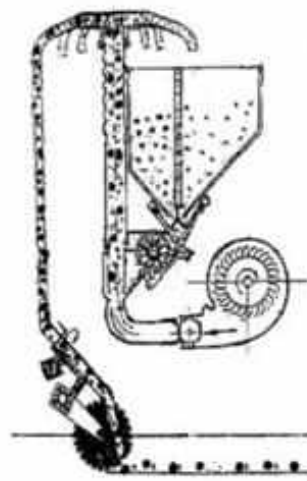


Рис. 2. Робочий орган для локального внесення добрив

Проте локальне внесення має кілька суттєвих недоліків:

- значне ускладнення конструкції робочих органів;
- неможливість використання машин для локального внесення на інших сільськогосподарських операціях;
- за рахунок використання комбінованих агрегатів переважання однієї операції на шкоду іншій;
- підвищені вимоги до попередньої підготовки поля.

У зв'язку з цим найбільш доступним способом внесення є поверхневий, із застосуванням кузовних розкидачів. Переваги кузовних розкидачів полягають у простоті конструкції кузова та робочих органів та невисокій вартості. Крім того, ці розкидачі можна застосовувати в інших сільськогосподарських і не тільки операціях, наприклад як причепи для транспортування різних матеріалів.

За поверхневого внесення значний обсяг твердих добрив, залежно від відстані транспортування від складу до поля, вносять за прямоочною [1, 2, 4], перевантажувальною [1, 2, 3] та перевалочною [1] технологією, із застосуванням

кузовних розкидачів. Технологічна схема роботи у всіх кузовних розкидачів ідентична: добрива, що завантажуються навантажувачами різного типу [4], просуваються транспортером до робочого органу, після чого відбувається їх викид. Кузов розкидачів змонтовано на причепі з однією або двома осями. У разі зняття робочих органів у деяких випадках вони можуть бути використані як звичайний тракторний причіп [3].

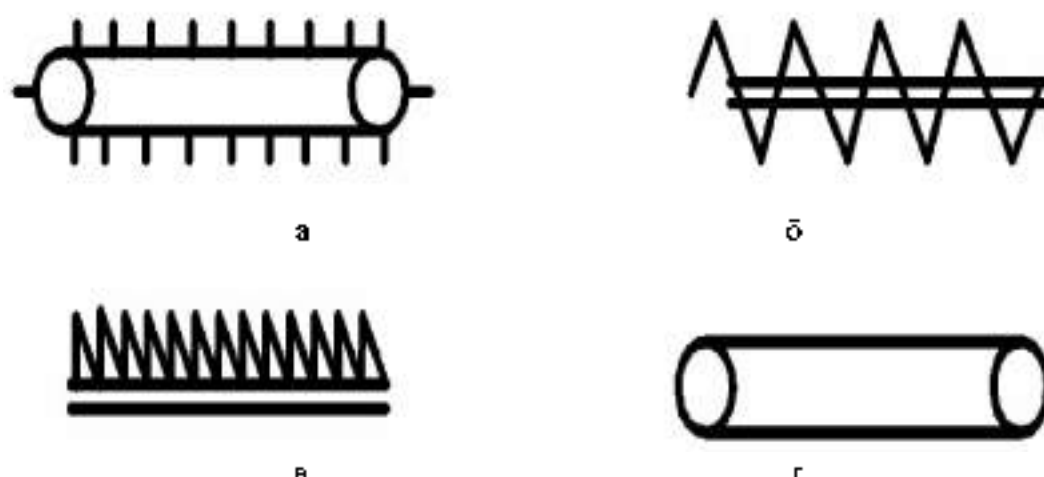


Рис. 3. Схеми різних транспортерів розкидачів: а - ланцюгово-планчасті; б - шнекові; в - вібраційні; г - стрічкові

Для подавання добрив до робочих органів на розкидачах як мінеральних, так і органічних добрив використовують транспортери різних типів: ланцюгово-планчасті, шнекові, вібраційні, стрічкові [1] (рис. 3).

Вібраційні транспортери конструктивно прості й легкі в ремонті та обслуговуванні, але мало підходять для сухих сипучих органо-мінеральних добрив.

Шнекові транспортери найефективніше працюють із сухими сипучими добривами. Але під час використання торфо-мінеральної суміші, торф може мати високий ступінь вологості, що зведе нанівець всю ефективність такого транспортера.

Ланцюгово-планчасті найбільш складні в конструкції, ремонті та експлуатації. Через велику кількість деталей їх дуже складно очишати. Хоча підходять для всіх типів добрив.

На відміну від твердих органічних добрив, для подачі яких до робочого органу використовують ланцюгово-планчасті та шнекові транспортери [1], під час внесення гранульованих добрив із дрібною фракцією використовують найчастіше стрічкові транспортери [1, 2].

У багатьох країнах світу використовують розкидачі мінеральних добрив із робочими органами у вигляді дисків [3] (рис. 4), змонтованих на вертикальній осі обертання, що здійснюють обертання та викид добрив під дією відцентрових сил.



Рис. 4. Робочі органи для внесення мінеральних добрив

Так, використовують машини РУМ-(1.5, 3.0), 1 РМГ-4, МВУ-5, СТТ-10, РДУ-(1.5, 3.0), РМУ 8000, у Німеччині - Amazone ZA, ZG-B [1, 2]. Дальність вильоту добрив під час викиду робочими органами такого типу сягає 15-20 м.

Однак горизонтальні робочі органи мають суттєвий недолік: у разі збільшення кількості добрив, що подаються, частина матеріалу не встигає досягти поверхні лопаток та сходить прямо з диска, не розігнавшись до необхідної швидкості. У результаті відбувається зсіпання добрив у безпосередній близькості від диска, тим самим збільшується нерівномірність розподілу. Як відомо, надлишок добрив на певній ділянці тягне за собою цілу низку проблем як для врожаю, так і для його споживачів [4]. Удосконалення даної лопатки найчастіше призводить до значного ускладнення конструкції та необхідності використання великої кількості приводних механізмів.

Наступний тип робочих органів для поверхневого внесення твердих добрив - роторні, розташовані на горизонтальній осі обертання [2, 3], їх використовують як для внесення органічних, так і мінеральних добрив. Вони в основній своїй масі являють собою встановлені за допомогою маточини диск із лопатками. Кількість лопаток зазвичай варіюється від 4 до 6 [3], залежно від виду матеріалу та навантаження на привід робочого органу. Так було розроблено шестилопатевий робочий орган із нахилом лопатей вперед на 20° , що дало змогу збільшити дальність вильоту частинок добрива. Однак це спричинило нерівну кількість викинутих добрив на початковій та кінцевій ділянці смуги розсіву та знизило швидкість польоту частинок [3].

Відомий робочий орган розкидача мінеральних добрив, що складається з двох металників роторного типу з лопатями, розташованими під позитивним кутом відносно горизонту, які приводяться в рух пасовою передачею (рис. 5) [1, 2].

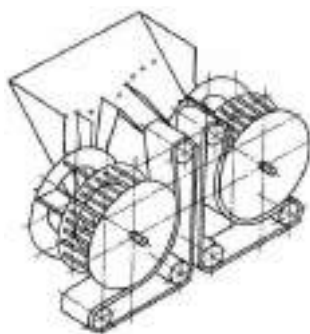


Рис. 5. Робочий орган розкидача мінеральних добрив

Використання пасової передачі для приводу робочих органів у розкидачах добрив недоцільне через низький термін служби паса та неможливість передачі підвищеного навантаження. Для забезпечення викиду добрив у простір безпосередньо під робочим органом, необхідно зменшувати кут викиду, що зменшує ширину захвату. А при викиді добрив під позитивними кутами до горизонту, частинки викидаються хаотично, тим самим утворюючи вузький віяловий потік, в якому важко забезпечити задану рівномірність.

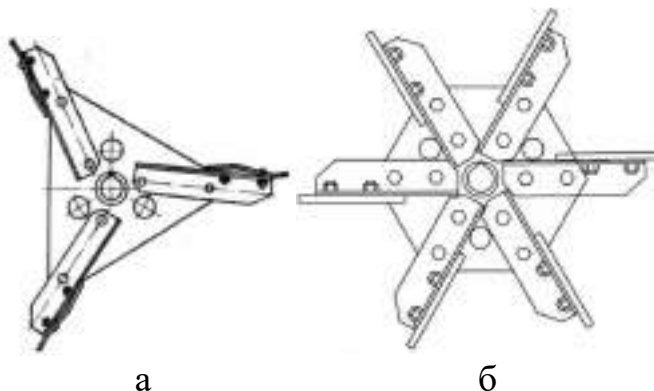


Рис. 6. Вентилятори-розкидачі кормозбиральних комбайнів

Відомий розкидач із робочим органом роторного типу, розташованим на горизонтальному валу. Принцип роботи полягав у наступному: добрива подавалися стрічковим транспортером до ротора та розкидалися убік по ходу руху агрегату. Вентилятори-розкидачі бувають трьох- (рис. 6 а) або шестилопатеві (рис. 6 б).

Недоліком цього роторного робочого органу на горизонтальній осі обертання, як і всіх попередніх, стала неможливість працювати у вітряну погоду через малу щільність потоку добрив, що викидається (рис. 7 а). Частинки різної маси, які виштовхуються лопатками, мають різну траєкторію польоту, що сприяє утворенню нещільного широкого вертикального віяла частинок (рис. 7 б).

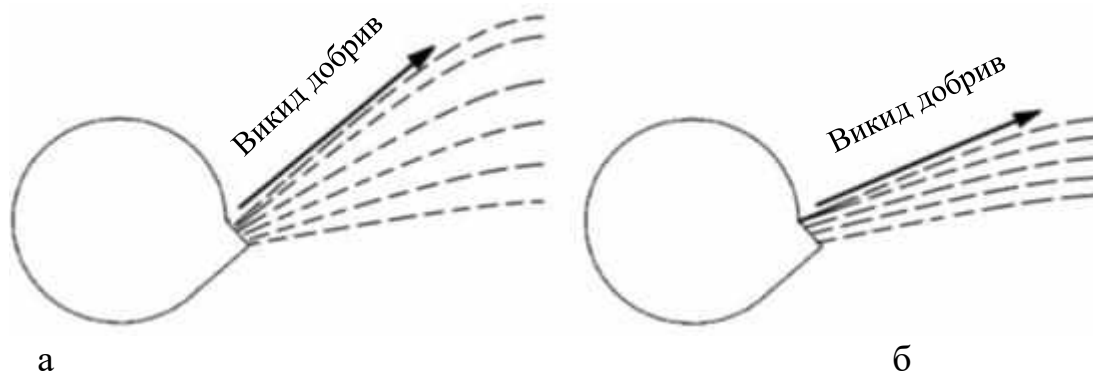


Рис. 7. Схема вертикального віялового розподілу частинок добрива: а - широке віяло частинок; б - вузьке віяло частинок

Використання пневмомеханічних робочих органів з горизонтальною віссю [5] є ефективним, за винятком хаотичності траєкторії польоту викинутих частинок. Необхідно домогтися ущільнення та усунення віялковості потоку, що

викидається, шляхом зміни форми лопаток роторного робочого органу або використання пристрою для коригування траєкторії. Таким пристроєм може бути дефлектор.

На основі аналізу стану питання підвищення рівномірності розподілу гранульованих органо-мінеральних добрив можна досягти за рахунок удосконалення конструктивно-режимних параметрів пневмомеханічного робочого органу роторного типу з горизонтальною віссю обертання, на базі низькорамного кузовного розкидача.

Висновки. Аналіз наявних конструкцій та робіт із дослідження поверхневого внесення гранульованих добрив, дозволив підтвердити доцільність використання пневмомеханічного робочого органу, розташованого на горизонтальній осі обертання.

Список використаних джерел

1. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підручник. Д. Г. Войтюк та ін. Київ. НУБіП України. 2018. 736 с.
2. Войновський В. Техніка для внесення твердих і рідких мінеральних добрив різними способами. В. Войновський, В. Куянов, О. Миропольський. Техніка і технології АПК. № 3(120). 2021. С. 18-22.
3. Кравчук В.І. Машини і обладнання для приготування та внесення добрив: посібник. В.І. Кравчук. Дослідницьке: УкрНДППВТ ім. Л. Погорілого. 2011. 152 с.
4. Кравчук В.І. Машини для хімічного захисту рослин: посібник. В.І. Кравчук, Д.Г. Войтюк. Дослідницьке: УкрНДППВТ ім. Л. Погорілого. 2010. 184 с.
5. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільськогосподарського господарства України. Збірник наукових праць. Випуск 28(42). Дослідницьке. 2021.

Володимир ЛЕЩУК¹⁶,
студента 4-го року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТІ МІДНИХ ПОКРИТТІВ

Анотація. *Об'єктом дослідження є мідні плівки, одержані за допомогою магнетронної розпилювальної системи з рідкофазною мішенню.*

Мета роботи – отримати дані про вплив режимів роботи та конструкційних матеріалів магнетронної розпилювальної системи (МРС) з

¹⁶Науковий керівник – Гайдамак О.Л., к.т.н., доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

рідкофазною мішенню на властивості мідних покриттів.

У ході дослідження було отримано мідні тонкоплівкові покриття, досліджено їх адгезію, шорсткість, склад та електричний опір.

В результаті виявлено, що отримання мідних покриттів за допомогою МРС з рідкофазною мішенню і молибденового тигля відбувається швидше в 20 разів порівняно з роботою МРС з мішенню, що охолоджується. Виявлено залежність адгезії, шорсткості поверхні та питомого опору мідних покриттів від матеріалу тиглю.

Annotation. The object of the study is copper films obtained using a magnetron sputtering system with a liquid phase target.

The purpose of the work is to obtain data on the influence of operating modes and structural materials of a magnetron sputtering system (MSS) with a liquid phase target on the properties of copper coatings.

In the course of the research, copper thin-film coatings were obtained, and their adhesion, roughness, composition, and electrical resistance were investigated.

As a result, it was found that the production of copper coatings using MRS with a liquid-phase target and a molybdenum crucible is 20 times faster compared to the work of MRS with a cooling target. The dependence of adhesion, surface roughness and resistivity of copper coatings on the crucible material was revealed.

Вступ. Науково-технічний напрямок, пов'язаний з отриманням та застосуванням тонких металевих плівок, за останні десятиліття набув стрімкого зростання і в багатьох галузях сучасного виробництва займає ключові позиції [1-3]. Нанесення тонкоплівкових покриттів дає великі можливості отримання необхідних поверхневих властивостей виробів.

Тонкі плівки дозволяють змінити хімічний склад та структуру поверхні, її фізичні та хімічні властивості, ступінь чистоти обробки поверхні та її мікрогеометрію.

В даний час використання тонких плівок у мікроелектроніці, НВЧ-техніці, оптиці та багатьох інших галузях науки і техніки відкриває перспективи створення та вдосконалення не тільки нових приладів, а й цілих технологічних напрямків. Тонкі плівки для фізики становлять інтерес як об'єкти, на яких можна виявити нові явища та закономірності або пояснити відомі. Для техніки їх дослідження відкриває можливості розробки та створення принципово нових приладів та технологій.

Плівки міді, що наносяться у вакуумі, широко застосовуються у виробництві дискретних напівпровідників приладів та інтегральних мікросхем, а також при виготовленні фотошаблонів – основного технологічного інструменту мікроелектроніки [1-3]. Їх прийнято вважати еталоном електричної провідності та теплопровідності по відношенню до інших металів.

Мідні покриття широко використовуються в мікроелектроніці для резистивних елементів інтегральних схем і як між'єднання, контактні майданчики, обкладки конденсаторів.

Тонкоплівкові провідні матеріали повинні мати наступні властивості:

високу електропровідність, хорошу адгезію до підкладки, здатність до зварювання або паяння, хімічну інертність.

Багато в чому властивості покриттів залежать від способу їх одержання. Одним із найпоширеніших способів їх нанесення є магнетронні розпилювальні системи (МРС). До їх головних переваг можна віднести: відсутність краплинної фази (на відміну від термічного випаровування з використанням вакуумно-дугового нагріву або дугового розпилення), іонне асистування поверхні, можливість осідати покриттів на підкладки великої площі та відносна простота конструкції.

Однак для МРС характерні й недоліки: низька швидкість напилення (порівняно з дуговими розпилювачами та термічним випаром у вакуумі), високий ступінь домішок в осаджених плівках та низька енергетична ефективність за рахунок відведення потужності розряду системами охолодження. Отже, сьогодні актуальними завданнями в галузі методів магнетронного розпилення є збільшення швидкості осадження та рівномірності нанесення, покращення адгезійних властивостей та зниження кількості шкідливих домішок у покриттях.

У методі термічного випаровування швидкість осадження набагато більше, ніж за використанні МРС. Достоїнствами даного методу є висока чистота технологічного процесу, відсутність робочого газу, а також можливість нанесення тонких плівок з металів і сплавів.

Однак метод термічного випаровування не є універсальним, так як випаровування речовин з високою температурою плавлення викликає ряд ускладнень, а також програє МРС отримання плівок на підкладки великої площі.

Метод магнетронного розпилення металів з рідкої фази поєднує в собі переваги термічного випаровування та магнетронного розпилення. При використанні МРС з рідкофазною мішенню швидкість осадження вища (на відміну від стандартного магнетрону) за рахунок того, що як катод використовується метал у тиглі, який теплоізолюється від системи охолодження І і нагрівається до температури І випаровування під впливом іонів плазми. Перевага МРС з рідкофазною мішенню від інших систем І полягає у більшій І швидкості напилення І плівок, та зменшенні питомих витрат енергії на видалення атома мішені. Однак, дані пристрої докладно ще не вивчені.

Виклад основного матеріалу. Мета роботи: отримати дані про вплив режимів роботи та конструкційних матеріалів МРС з рідкофазною мішенню на властивості мідних покриттів.

Термічне випаровування у вакуумі широко застосовується виготовлення пліткових мікроелементів і схем. Цей метод заснований на властивості металів та деяких інших матеріалів в умовах високого вакууму переміщатися прямолінійно та осідати на поверхні, розташованій на шляху їх руху. Матеріал, що осаджується, нагрівається доти, поки тиск його пари не перевищить тиск залишкових газів. При цьому відбувається випаровування матеріалу та конденсація його на поверхні підкладки з утворенням плівки. На якість плівок значний вплив має величина залишкового тиску робочому просторі, яка

характеризується середньою довжиною вільного пробігу залишкових газів.

Основа випаровування полягає в тому, що всі речовини при температурі вище абсолютного нуля здатні випаровуватися.

Схема магнетронної розпилювальної системи показана на рисунку 1.

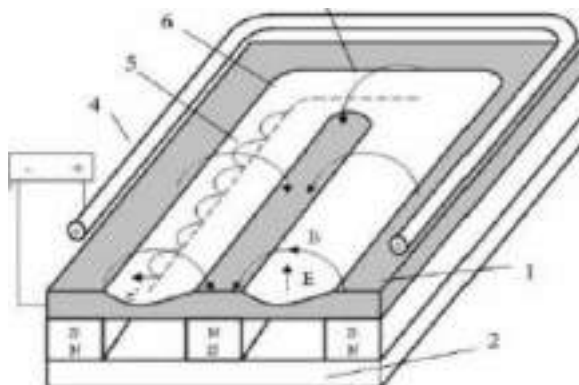


Рисунок 1 - Схема магнетронної розпилювальної системи з плоскою мішенню: 1 - мішень; 2-магнітна система; 3 – джерело живлення; 4 – анод; 5 – траєкторія руху електрона; 6 – зона розпилення; 7 - силова лінія магнітного поля [8]

Мішень, анод і магнітна система - це основні елементи пристрою. Силкові лінії магнітного поля замикаються між полюсами магнітної системи. Поверхня мішені розташована між місцями входу та виходу силових ліній магнітного поля, інтенсивно розпорошується та має вигляд замкнутої доріжки. Геометрія такої доріжки визначається формою полюсів магнітної системи.

Аномальний тліючий розряд порушується неоднорідним електричним полем, яке виникає при подачі постійної напруги між анодом (позитивний потенціал) і мішенню (негативний потенціал). У поверхні мішені знаходиться замкнене магнітне поле, що дозволяє локалізувати плазму розряду. Електрони під дією іонного бомбардування емітують з катода і захоплюються магнітним полем. Рух, який їм надається, є складним циклоїдальним і відбувається замкнутими траєкторіями біля поверхні мішені.

Електрони знаходяться ніби в пастці, що створюється з одного боку магнітним полем, що повертає їх на катод, а з іншого боку - поверхнею мішені, що відштовхує електрони.

До того часу, поки не станеться кілька іонізуючих зіткнень з атомами робочого газу, електрони циклюватимуть у цій пастці. При зіткненні з атомом електрон втрачає енергію, отриману від електричного поля. Отже, більша частина енергії електрона, перш ніж він потрапить на анод, використовується на іонізацію та збудження. Такий процес набагато збільшує ефективність процесу іонізації та призводить до зростання концентрації позитивних іонів біля поверхні катода. Цим пояснюється збільшення інтенсивності іонного бомбардування поверхні мішені та значне зростання швидкості розпилення, і це означає, що швидкість осадження плівки також зростає.

Класифікація схем магнетронних розпилювальних систем може бути проведена за декількома видами. Наприклад, за видами напруги живлення і струму розряду, формі мішені, типу магнітної системи і фазовому стану катода.

Основним елементом МРС є катод, що розпилюється. Можна відзначити три найбільш застосовуваних типів магнетронів, які різняться формою катода [4]: плоскі МРС із дисковим катодом або протяжним катодом (планарні МРС); циліндричні МРС; МРС з конічною мішенню.

Основні робочі характеристики магнетронних розпилювальних систем - напруга на електродах, струм розряду, щільність струму на мішені та питома потужність, величина індукції магнітного поля та робочий тиск.

Робочі параметри магнетронних розпилювальних систем наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Параметри магнетронних розпилювальних систем [6].

Тиск, Па	$10^{-2}-1$
Напруга на мішені,	300-700
Питома потужність, Вт/см ²	~100
Щільність іонного струму, мА/см ²	200
Відстань до підкладки, см	5-20
Ступінь використання матеріалу мішені, %	До 80
Однорідність товщини нанесення плівки, %	$<\pm 1,2$

Від перерахованих вище параметрів, що пов'язані між собою, залежать стабільність розряду та відтворюваність процесу нанесення плівок. МРС належать до низьковольтних систем розпилення.

Як було описано вище, принцип роботи більшості сучасних МРС заснований на розпиленні поверхні мішені потоками плазми. Зазвичай мета зібрана в єдине ціле з магнітною системою і корпусом магнетрона. Тепло, яке виділяється в мішенному вузлі в присутності плазми, що горить, відводять від нього за допомогою системи охолодження, щоб запобігти перегріву магнітної системи. У цьому мета, зазвичай, має гарний контакт із магнітної системою і тому її температура залишається невеликому рівні.

Для матеріалу в твердому стані максимально допустима питома потужність, а, отже, швидкість розпилення обмежується його теплопровідністю. Для більшості металів при нагріванні теплопровідність поступово знижується і при переході з твердого стану рідку фазу її сумарне збільшення зазвичай не перевищує п'ятикратного значення [6]. У розплавленому стані до мішені можна підводити великі потужності, збільшуючи цим швидкість генерації речовини і підвищуючи температуру розплаву до такого значення, при якому поряд з розпорошенням починається інтенсивний випаровування. У зв'язку з викладеним представляється доцільним застосовувати теплову енергію, яка в даний час витрачається на нагрівання води, на генерацію речовини шляхом її випаровування, і таким чином об'єднати процес розпилення та випаровування в єдиний розпилювально-випарювальний процес.

Співвідношення вкладів цих компонентів залежить від температури поверхні металу, яка, у свою чергу, визначається потужністю потоку енергії з плазми та властивостями речовини мішені.

Таким чином, енергію, яка при розпиленні з твердої фази втрачається у вигляді тепла, можна використовувати на додаткову генерацію речовини, що випаровується. За таким принципом влаштовані МРС із рідкофазною мішенню [5].

При досить високих густинах енергії можливий перехід магнетронного розряду в режим саморозпилення, при якому як робочий газ виступають атоми матеріалу мішені, що істотно знижує забруднення плівки залишковими газами.

Розглянемо відомі конструкції МРС із рідкофазною мішенню.

Для розпилення матеріалу з рідкої фази використовується магнетронна система розпилювання, зображена на рисунку 2.

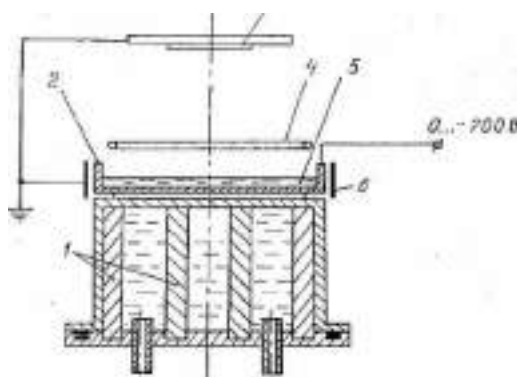


Рисунок 2 - Схема пристрою для розпилення з рідкої фази: 1 - магнітна система тигель, 2 - тигель, 3 - підкладка, 4 - анод, 5 - мішень, 6 - екран [20]

Безпосередньо під тиглем 2, виготовленим з немагнітного матеріалу, мають водоохолоджувальну магнітну систему 1, між корпусом якої і тиглем 2 зроблений зазор, що обмежує відведення тепла від тигля в процесі його розігріву. У тигель поміщають диски 5, що виконують роль мішені. Зниження променистого тепловідведення від тигля забезпечується радіаційним екраном 6. Анод 4 у вигляді мідної трубки, що охолоджується, розташовують на відстані 25 мм над тиглем. Заздалегідь відкачану до високого вакууму ($P < 10^{-3}$ Па) камеру напускається аргон при тиску 0,6-1,3 Па, після чого на тигель по відношенню до анода подається негативна напруга величиною до 700 В. При цьому загоряється розряд, локалізований біля поверхні мішені магнітним полем. Матеріал мішені за рахунок інтенсивного іонного бомбардування протягом 5-10 хв переходить у рідкий стан. Спочатку розплавляється зона горіння розряду, потім центральна частина мішені і, нарешті, її крайова область. З появою рідкої фази світіння розряду стає інтенсивнішим, струм розряду зростає, а напруга на розрядному проміжку з допомогою обмеженої потужності джерела живлення знижується.

При потужності джерела живлення 1,5 кВт, щільності потужності на мішені 40 Вт/см^2 щільності іонного струму 70 мА/см^2 і відстані від мішені до підкладки 5 см швидкість осадження міді становить від 4 до 5 мкм/хв, що в 100 - 120 разів перевищує швидкості, характерні для діодної системи розпилення постійним струмом.

Основним недоліком такої конструкції є дискове виконання мішені та тигля. Завдяки цьому відбувається нерівномірне плавлення мішені, тому що.

мішень плавиться спочатку в зоні горіння плазми (по кільцю), потім її центральна частина. Через різницю температур зони розплаву і країв мішені відбувається її «розрив», отже, магнітне поле гаситься і розряд гасне.

Дослідження проводили на вакуумній іонно-плазмовій установці КВО, призначеної для осадження тонкоплівкових покриттів на підкладці плоскої форми. Конструкція установки дозволяє проводити осадження покриттів серед робочого газу або суміші газів, для отримання металевих і неметалічних покриттів (оксидів, нітридів тощо). Іонно-плазмова установка оснащена комплектом магнетронів (стандартна MPC та MPC з рідкофазною мішенню) та іонним джерелом із замкнутим дрейфом електронів, який забезпечує очищення поверхні перед осадженням. Управління установкою здійснюється у ручному режимі.

Робоча камера (РК) є герметизованим об'ємом круглого перерізу. Основне призначення робочої камери - здійснення процесу нанесення плазмового покриття на зразки, що розміщуються в ній, для чого в ній розміщується необхідне обладнання і забезпечується необхідне вакуумно-газове середовище.

Вакуумний затвор призначений для «відсікання» високовакуумної частини системи відкачування від робочої камери при виконанні в ній завантажувально-розвантажувальних робіт.

Вакуумна система (рис. 3) служить для створення необхідного розрідження в робочій камері установки для здійснення процесу напилення. Вакуумна система установки зібрана за стандартною схемою одержання високого вакууму на базі дифузійного паромасляного насоса Н-250 [6].

Вакуумна система включає:

- дифузійний паромасляний насос Н-250;
- пластинчасто-роторний насос 2НВР-90;
- магістраль відкачування дифузійного насоса;
- затвор;
- вакуумний клапан електромагнітний;
- клапан вакуумний електромеханічний.

Насос 2НВР-90 служить для форвакуумного відкачування дифузійного насоса та попереднього відкачування робочої камери.

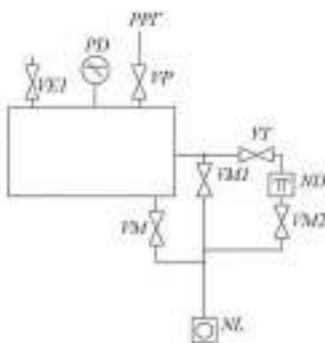


Рисунок 3. Схема експериментальної установки [6]: РРГ – регулятор витрати газу; УЕ1 – натікач; УР – натікач НМБ-1; УТ-затвор з електромеханічним приводом; РОЗУМ - клапан з ручним приводом; УМ1 – клапан з електромагнітним приводом; УМ2 – клапан з електромагнітним приводом;

Підготовка установки до роботи:

- перевірити зовнішній стан струмопровідних проводів, кабельного каналу та переконатися у відсутності пошкоджень та належному розташуванні;
- перевірити положення тумблерів панелі управління (мають перебувати в середньому або нижньому положенні);
- перевірити положення ручного вакуумного клапана (має перебувати в закритому положенні);
- перевірити положення вакуумного затвора УТ (тумблер УГ повинен знаходитись у положенні «Закритий»);
- клапани УЕ1, УЕ2, УР, УМ1, УМ2 повинні знаходитись у положенні «Закритий»).

Увімкнення установки та отримання вакууму:

- подати напругу на установку увімкнувши тумблер «380 50 Гц» на панелі управління;
- увімкнути вакуумметр для прогріву;
- увімкнути форвакуумний насос М кнопкою «ПУСК М»;
- увімкнути дифузійний насос N0 кнопкою "ПУСК N0" на панелі керування. Вихід дифузійного насоса в робочий режим відбувається через ~40-45 хв.;
- відкрити клапан УМ2;

Після виходу дифузійного насоса у робочий режим згасне індикаторна лампа червоного кольору таймера часу на панелі керування;

- закрити клапан УМ2
- відкрити клапан УМ1;
- після досягнення розрядження в камері ~ 10 Па закрити УМ1, відкрити УМ2 та УГ.

Розвантаження (завантаження) робочої камери:

- закрити затвор УТ;
- відкрити клапан УЕ1.

Після проведення зазначених операцій відбудеться напуск атмосфери у робочу камеру. Завантаження робочої камери здійснюється у такому порядку:

- закрити двері робочої камери та зафіксувати їх засувками;
- закрити клапан УЕ1.

Вимкнення установки у зворотному порядку.

Висновки. У результаті виконаної роботи можна зробити такі основні висновки:

1. При осадженні покриттів з МРС з рідкофазною мішенню швидкість наплення значно вище, ніж у звичайного МРС. Крім того, на швидкість осадження істотно впливає матеріал тигля. Найкращий результат досягається під час роботи з молібденовим тиглем.

2. У складі покриттів немає жодних домішок, що доводить відсутність розпилення матеріалу тигля.

3. Найкращими властивостями - найменшою шорсткістю (11,8 нм) і питомим опором ($1,8 \cdot 10^{-6}$ Ом·см) і найбільшою адгезією (9,8 Н) мають мідні покриття, отримані за допомогою MPC з рідкофазною мішенню і молібденовим тиглем, (0,01 Па).

Список використаних джерел

1. Gaidamak O. Investigation of the Speed of movement of powder particles of cold gas dynamic spraying . *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021. № 1 (112). С 46-52.
2. Christou C., Barber ZH Ionization of sputtered material in a planar magnetron discharge II *J. Vac . Sci . Technol . A*. 2000. Vol . 18A. No. 6. P. 2897-2907.
3. Glocker DA, Romach M.M., Lindberg VW. Recent developments in inverted cylindrical magnetron sputtering II *Surf . Coat . Technol . 200 i*. Vol . 146/147. P. 457-462.
4. Gordo PR, Cabaco JMC, Nunes Yu . et al . Cylindrical hollow magnetron cathode . A IN selective coatings fo r solar collector absorbers II *Vacuum . 2002*. Vol . 64. P. 315-319.
5. Hosokawa N., Tsukada T., Misumi T. Self -sputtering phenom ena in highrate cylindrical magnetron sputtering. *J. Vac . Sci . Technol . 1977*. Vol . 14. No. _ IP . 143-146.
6. Arnell RD, Kelly PJ, Bradley JW Recent developments in pulsed magnetron sputtering II *Surf . Coat . Technol . 2004*. Vol . 188/189. P. 158-163.

Іван НАГОРНЯК¹⁷,

студент 3 курсу,

Інженерно-технологічного факультету,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СХЕМИ ПОДВІЙНОГО ТУРБОНАДУВАННЯ В СИСТЕМАХ ПОВІТРЕПОСТАЧАННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Анотація. У цій статті описано принцип роботи турбонаддуву та його схему. Проведено дослідження перспективи використання схеми подвійного турбонаддуву та турбокомпресора із змінною геометрією в двигунах внутрішнього згоряння. Можливість використання цих системи, як метод підвищення потужності двигуна та боротьби із «турбоямою» задля покращення показників ефективності роботи. Проведено огляд основних видів систем, їх переваги та недоліки.

¹⁷Науковий керівник: к.т.н., ст. викладач Рябошапка В.Б. кафедри агроінженерії та технічного сервісу інженерно-технологічного факультету ВНАУ.

Annotation. This article describes the principle of turbocharging and its scheme. A study of the prospects of using a dual turbocharger scheme and a turbocharger with variable geometry in internal combustion engines was conducted. The possibility of using these systems as a method of increasing engine power and combating "turbo pit" to improve performance. An overview of the main types of systems, their advantages and disadvantages was carried out.

Вступ. Турбонадування – найефективніша система підвищення потужності двигуна внутрішнього згоряння без збільшення частоти обертання його колінчастого вала та робочого об'єму циліндрів. Крім підвищення потужності, турбонадування забезпечує економію палива в розрахунку на одиницю потужності і зниження токсичності відпрацьованих газів за рахунок повнішого згоряння палива.

Зазвичай, у турбодвигунів є меншою питома ефективна витрата палива, і вищою літровою потужністю, завдяки чому з'являється можливість суттєво збільшити потужність двигуна без збільшення частоти обертання [1].

Виклад основного матеріалу. Система турбонадування застосовується як на бензинових, так і на дизельних двигунах, проте турбонаддув більш ефективний на дизельних внаслідок високого ступеня стиснення у двигуні і відносно невисокої частоти обертання колінчастого валу. Стримувальними факторами застосування турбонадування на бензинових двигунах є можливість детонації, яка пов'язана з різким збільшенням частоти обертання двигуна, а також висока температура відпрацьованих газів (1000 °C проти 600 °C у дизельних двигунах) і відповідний нагрів турбонагнітача [1].

Ця система має свої переваги і недоліки:

Переваги подвійного турбонадування:

1. Збільшена потужність: Подвійне турбонадування дозволяє збільшити потужність двигуна шляхом підвищення об'єму впускного повітря і покращення видалення відпрацьованих газів

2. Кращий відгук на педаль подачі палива: Завдяки подвійному турбонадуванню, двигун може реагувати швидше на натискання педалі газу, що покращує ефективність роботи двигуна.

Недоліки подвійного турбонадування:

1. Складність та вартість: Подвійне турбонадування вимагає більше деталей і складнішої конструкції, що може збільшувати вартість виробництва і обслуговування.

2. Система охолодження: Для підтримки оптимальної роботи подвійних турбокомпресорів потрібна ефективна система охолодження повітря або масла, що може потребувати додаткового обладнання і обслуговування.

Потреба в підтримці і обслуговуванні: Подвійне турбонадування може вимагати більше уваги та обслуговування в порівнянні з одним турбокомпресором.

Принцип роботи системи турбонадування [1]. Основним конструктивним елементом системи турбонаддуву, 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.

Турбінне колесо сприймає та передає енергію відпрацьованих газів на вал ротора, який обертає компресорне колесо. Компресорне колесо стискає повітря і нагнітає його в систему. Нагріте при стисненні повітря охолоджується в інтеркулері і надходить у циліндри двигуна. Колесо обертається в корпусі спеціальної форми (рис. 1). Турбінне колесо і корпус турбіни виготовляються з жароміцних матеріалів (сплави металів, кераміка).

Оскільки, при використанні надування повітря в циліндри подається не лише за рахунок розрідження, створюваного поршнем, а й під тиском, то в двигун надходить 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 більша сила, що тисне на поршень.

Турбокомпресор багато в чому залежить від частоти обертання колінчастого вала, хоча й не має жорсткого зв'язку з ним. Чим вищою є частота обертання, тим вищою є енергія відпрацьованих газів, відповідно швидше обертається турбіна і більше стисненого повітря надходить у циліндри двигуна.

В силу своїх конструкційних особливостей, система турбонадування має низку негативних особливостей – з одного боку, так звана, «турболяма» та з іншого – різке зростання тиску надування після подолання «турболями» – «турбопідхоплення». «Турболяма» обумовлена інерційністю системи, яка приводить до невідповідності між потрібною потужністю та продуктивністю компресора. Для вирішення цієї проблеми використовують турбіни із змінною геометрією та використання подвійного турбонадування.

Турбокомпресор із змінною геометрією (Рис.2). Відмінною особливістю турбін із змінною геометрією є наявність рухомих деталей, що нагадують пелюстки, на ділянці, через яку в турбокомпресор надходять вихлопні гази. Це рішення в разі підвищує ефективність і комфорт експлуатації такого пристрою [2].



Рис. 1 Система турбонадування, принцип роботи

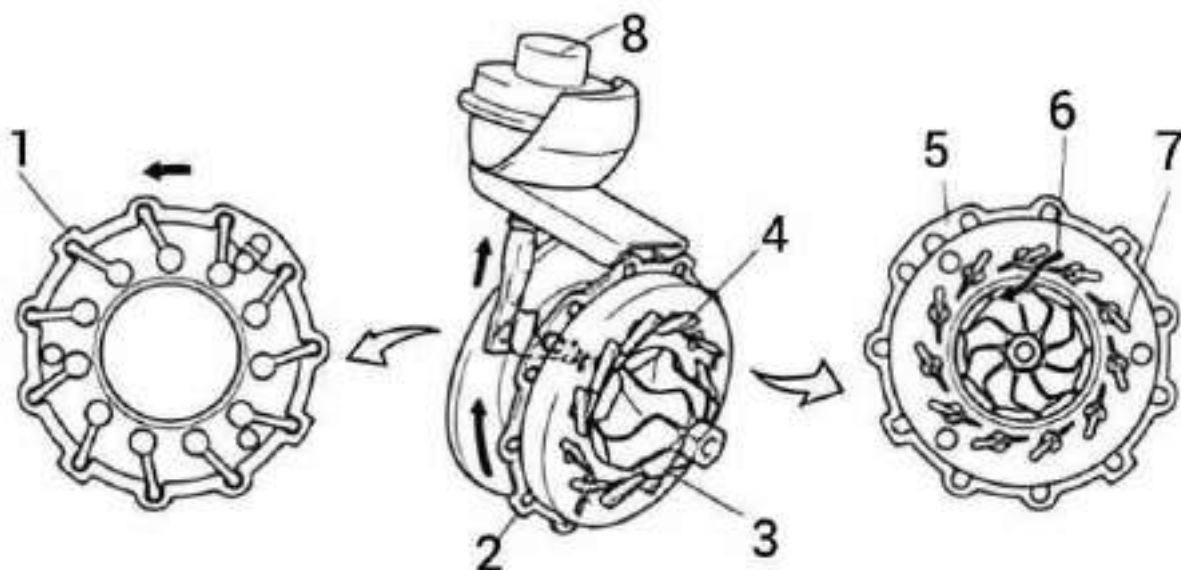


Рис. 2 Турбокомпресор із змінною геометрією

1 – Керуюче кільце, 2 – Керуюче кільце, 3 – Турбінне колесо, 4 – Направні лопатки, 5 – Керуюче кільце, 6 – Відпрацьовані гази, 7 – Направляючі лопатки, 8 - Привід

Для отримання оптимальної потужності двигуна під час своєї роботи такі турбокомпресори можуть змінювати перетин турбінних коліс в залежності від загального навантаження. Фактично, положення пелюсток безпосередньо пов'язано із обертами двигуна і навантаженням. Чим вищі оберти та навантаження, тим більше палива згоряє, відповідно, зростає обсяг вихлопних газів. Тиск газів розкручує крильчатку і дозволяє засмоктувати більшу кількість чистого повітря, що надходить у камеру згоряння, від чого оберти помітно зростають. Очевидно, що якщо змінна геометрія не встановлена, тиск газів на крильчатку буде залежати тільки від їх кількості, адже канал, з якого вони надходять, залишається незмінним. Зате, якщо турбіна обладнана такою геометрією, простір буде зменшуватися пропорційно зниженню обсягів газу. У результаті тиск газів на крильчатку буде рівномірним, не залежно від перепадів швидкості.

У ситуації, коли збільшується кількість розігрітого газу, що надходить у двигун, турбіна, змінюючи геометрію руху газів, розсовує робочі елементи. За допомогою такого маневру турбіна зберігає необхідний рівень тиску для безперебійної роботи двигуна. Двигуни, обладнані турбінами, мають більш високі показники продуктивності і не втрачають своєї потужності, якщо крутний момент змінюється.

Істотною перевагою турбокомпресорів із змінною геометрією є відсутність того самого ефекту «турбоями». Двигуни, які обладнані звичайними турбінами мають певну паузу в підвищенні обертів відразу після натиснення на педаль подачі палива. При цьому саме підвищення буде різким та уривчастим. Це незручно, а часом і небезпечно, коли двигун перебуває під значним навантаженням

Головною проблемою автомобільних турбін із змінною геометрією є нагароутворення. Внаслідок вуглецевих і масляних відкладень, можливе

утворення перешкод для руху регульовального кільця і, як наслідок, заклинювання пелюсток в процесі роботи. Також можуть виникати проблеми з вакуумним приводом поворотних пелюсток (лопаток) [1].

Спарена система турбонаддуву. Для вирішення проблеми «турбоями» використовують систему подвійного турбонадування, так звані, «Twin Turbo» і «BiTurbo».

Twin-Turbo (паралельне турбонадування) – це дві турбіни, кожна з яких забезпечує наповнення повітрям різних циліндрів. Зазвичай таку схему застосовують в багатоциліндрових V-подібних двигунах, де кожен турбокомпресор можна призначити одному ряду циліндрів, зменшуючи кількість необхідних вихлоних труб. У цьому випадку кожен турбокомпресор живиться вихлопними газами через окремий випускний колектор. Для рядних двигунів обидва турбокомпресори можуть бути встановлені на одному випускному колекторі [3].

Метою використання подвійного паралельного турбонадування є зменшення затримки турбонаддуву за рахунок турбокомпресорів меншого розміру, ніж якби для двигуна використовувався один турбокомпресор.

BiTurbo (послідовне турбонадування) – схема, в якій повітря у циліндрі одночасно подають два турбокомпресори (Рис. 3). Як правило, у цій схемі використовують турбокомпресори різних діаметрів ротора турбіни/компресора і, відповідно, з різною продуктивністю. Ця система призначена для подолання обмежень великих турбокомпресорів, які забезпечують недостатнє наддув на низьких обертах. З іншого боку, турбіни меншого розміру ефективні при низьких обертах (коли у вихлопних газах менше кінетичної енергії), але не здатні забезпечити необхідну кількість стиснутих впускних газів при вищих обертах. Таким чином, послідовні системи турбокомпресора забезпечують спосіб зменшити турбозатримку без шкоди для вихідної потужності на високих обертах [4].

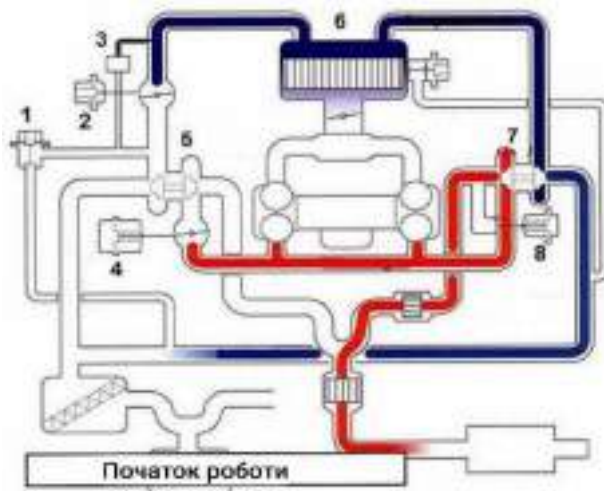


Рис. 3 Схема системи BiTurbo

1 – Перепускний клапан наддуву, 2 – Клапан керування подачею повітря, 3 – Датчик різниці тиску, 4 – Клапан керування подачею відпрацьованих газів, 5 – Вторинний турбокомпресор, 6 – Інтеркулер, 7 – Первинний турбокомпресор, 8 – Перепускний клапан відпрацьованих газів

При використанні технічного пристрою «BiTurbo» можна отримати наступні позитивні результати [5]:

- зниження ймовірності виникнення ефекту турбоями (турбозатримки);
- допомога двигуну при переході на підвищені режими;
- підвищення потужності двигуна, утримання максимального крутного моменту в широкому діапазоні обертів ДВЗ (двигунів внутрішнього згорання);
- збільшення економічних параметрів транспортного засобу (зниження споживання пального, мастильних матеріалів, охолоджуючої рідини);
- поліпшення екологічних показників (ефективне використання відпрацьованих газів).

Система працює таким чином, що первинний турбокомпресор активний, коли двигун працює на низьких обертах, що зменшує поріг наддуву (оберти на хвилину, при яких забезпечується ефективний наддув) і турбозатримку. У міру збільшення обертів до вторинного турбокомпресора подається певна кількість відпрацьованих, щоб вивести його на робочу швидкість. Тоді на високих обертах усі відпрацьовані гази спрямовуються до вторинного турбокомпресора, щоб він міг забезпечити наддув, необхідний двигуну на високих обертах [6].

Висновок. Отже, можна сказати, що використання схеми подвійного турбонаддуву в системах повітряпостачання дизельних двигунів відкриває широкі перспективи для поліпшення продуктивності та ефективності роботи двигунів. Крім того, ця технологія може допомогти у вирішенні проблеми «турбоями», що відзначається великим потенціалом і може стати важливим кроком в напрямку створення більш сталих та продуктивних систем повітряпостачання дизельних двигунів у майбутньому.

Однак, така модифікація може значно збільшити вартість всієї системи та ускладнити обслуговування і налаштування. Рішення щодо застосування цієї технології повинно бути прийняте на основі аналізу витрат, ефективності та потенційних переваг для конкретного фермера чи сільськогосподарського підприємства.

Список використаних джерел

1. Система турбонадування 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%B0%D0%B4%D0%B4%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F
(дата звернення 25.09.2023)
2. Особливості із змінною геометрією турбіни URL:
<https://turboexpert.in.ua/ua/a390009-osobennosti-turbiny-izmenyaemoj.html> (дата звернення 25.09.2023)
3. Що таке BiTurbo і TwinTurbo. Влаштування і принцип роботи URL:
<https://www.dexpens.com/Article/9994/shcho-take-biturbo-i-twinturbo-vlashtuvannya-i-printsip-roboti> (дата звернення 25.09.2023)

4. Бітурбо та твінтурбо: у чому різниця URL:
<https://www.autocentre.ua/ua/opyt/poleznye-sovety/est-li-otlichiya-mezhdu-motorami-twinturbo-i-biturbo-289134.html> (дата звернення 25.09.2023)
5. Чим різняться Twin-Turbo і Bi-Turbo? URL:
<https://mmr.net.ua/advice/structure/1056> (дата звернення 25.09.2023)
6. Відмінності систем наддуву Твінтурбо і Бітурбо URL:
<http://autopark.pp.ua/658-vdmnost-sistem-nadduvu-tvinturbo-bturbo.html> (дата звернення 25.09.2023)

Владислав ДЖУМАРА¹⁸,
студента 4-го року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЗАМОРОЖУВАННЯ НАСИЧЕНИХ ВОЛОГОЮ РЕЧОВИН ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕПЛООВОГО СТАНУ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ

***Анотація.** Об'єктом дослідження є пористі земляні ґрунти з різним ступенем насичення рідиною, що заморожуються до низьких температур. Мета роботи – експериментальне дослідження розподілу температури в пористих, насичених рідиною речовинах, за різного ступеня насичення.*

В процесі експериментального дослідження отримано дані значень температур в об'ємі пористих речовин з різною структурою, теплофізичними властивостями та ступенем насичення рідиною. Встановлено вплив ступеня насичення рідиною на швидкість заморожування пористого ґрунту.

***Annotation .** The object of study is porous earthen soils, with varying degrees of saturation with liquid, frozen to low temperatures . The purpose of this work is an experimental study of the temperature distribution in porous, liquid-saturated substances at various degrees of saturation .*

In the process of experimental research, data on temperature values in the volume of porous substances with different structure, thermophysical properties and degree of liquid saturation were obtained. The influence of the degree of saturation with liquid on the rate of freezing of porous soil has been established .

***Вступ.** Пористі речовини використовуються як теплоізоляційні матеріали в багатьох галузях промисловості, в промисловому будівництві, в технологічних процесах зрідження природного газу, а також при його зберіганні та*

¹⁸Науковий керівник – Гайдамак О.Л., к.т.н., доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

транспортуванні, в холодильній техніці. Джерела холоду розташовуються на різноманітних ґрунтових поверхнях. Виникає необхідність вивчення процесів заморожування насичених вологою речовин для прогнозування теплового стану промислових об'єктів, у яких вони застосовуються.

Ця тематика особливо актуальна у сфері роботи зі зрідженими природними газами. Низькотемпературні резервуари для зберігання зрідженого природного газу можуть бути наземними або підземними (заглибленими в ґрунт). Промерзання ґрунту, що знаходиться в безпосередньому контакті з ЗПГ, залежить від його структури та ступеня насичення рідиною. Виникає необхідність вивчення процесів, що протікають при охолодженні ґрунтів.

Найбільш важливі результати вітчизняних та зарубіжних досліджень з механіки мерзлих ґрунтів описані в [1-6]. Сформовано основні залежності та закономірності, які допомагають розібратися у складних питаннях механіки мерзлих ґрунтів. Зачеплені найважливіші моменти фізичної сторони процесів, які протікають як у процесі заморожування та відтавання ґрунтів, так і вже мерзлих. Знання механіки мерзлих ґрунтів допомагає правильно і найповніше оцінити фізико-геологічні явища та процеси, що протікають у них. Велика увага, приділена фізичній стороні механічних процесів мерзлих ґрунтів, дає можливість найбільш повно та глибоко розібратися в галузі будівництва в умовах вічної мерзлоти та знаходити оптимальні інженерні рішення. Наведено значення коефіцієнтів теплопровідності для різних типів ґрунтів, що знає у мерзлому стані, так і в процесі розморожування.

Виклад основного матеріалу. Метою роботи є експериментальне дослідження процесів теплообміну в пористих, насичених рідиною речовинах, за різного ступеня насичення.

Експериментальний стенд складається з парокомпресійної холодильної установки з морозильною камерою (рисунок 3-4) та блоком вимірювальних пристроїв. Основні елементи холодильної установки: компресор з робочою напругою 220В та струмом 0,8А, конденсатор, розширювальний пристрій та випарник. Конденсатор є теплообмінником, що складається з трубки-змійовика, що охолоджується навколишнім повітрям. Випарник знаходиться в холодильній установці, трубка впаяна в кожух, розташований на периметрі морозильної камери.

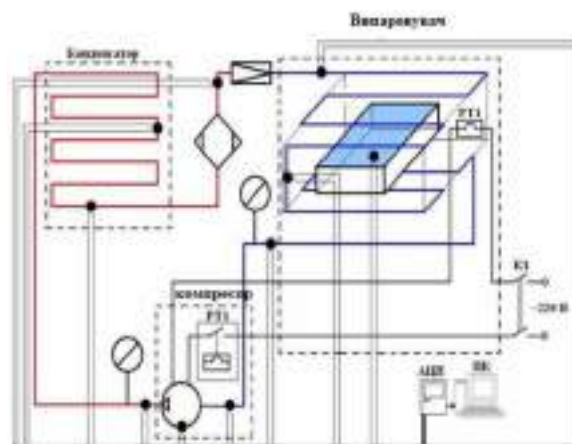


Рисунок 1 – Принципова схема експериментальної установки.

Робота експериментальної установки, цикл якої у T,s – діаграмі показано на рис. 2 здійснюється наступним чином. Стиснуті в компресорі пари фреону (процес 1-2) у перегрітому стані, надходять у перший теплообмінник (конденсатор), в якому відбувається їхнє охолодження та конденсація (процес 2-3), з віддачею теплоти навколишньому середовищу. Далі холодоагент рухається через фільтр-осушувач і проходить капілярну трубку (процес 3-4), після якої фреон розширюється і надходить у другий теплообмінник (випарник), в якому йде його кипіння (процес 4-1), при цьому відбувається передача тепла від повітря в морозильній камері до холодоагенту, а потім повертається в компресор і повторюється процес знову.

Тиск на вході та виході з компресора дозволяють вимірювати манометри високого та низького тиску. Через оглядове скло можна візуально контролювати агрегатний стан фреону. Фільтр-осушувач служить для видалення вологи з холодоагенту, а також захищає капілярну трубку від засмічення твердими частинками. Капілярна трубка являє собою пристрій для розширення та охолодження фреону та має форму дроселя постійного перерізу (регулюючий орган), де різниця тисків конденсації та випаровування фреону відбувається за рахунок тертя всередині неї.

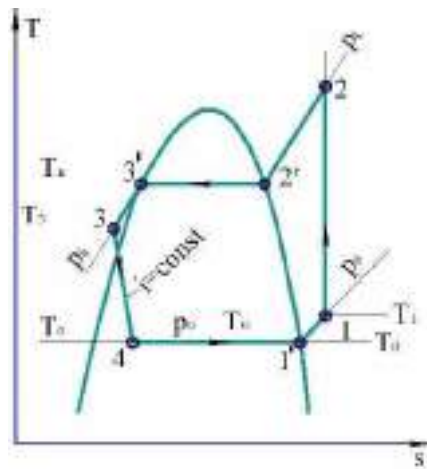


Рисунок 2 – Цикл роботи холодильної установки у TS діаграмі

Основними факторами, які в ході експериментального дослідження залишалися без зміни, є: обсяг досліджуваної пористої речовини $V_{\text{в-ва}} = 0,96 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ температура навколишнього середовища $T_{\text{oc}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$; кінцева температура заморозки $T_{\text{кін}} = -30 \text{ }^{\circ}\text{C}$; параметри роботи теплообмінної установки

Пористі речовини зустрічаються в багатьох галузях промисловості, часто як теплоізоляційні матеріали, зокрема в процесах транспортування та зберігання зрідженого природного газу. При цьому часто джерела холоду розташовуються на різних родах ґрунтах. Важливо знати, як пористі насичені вологою речовини поведуться під час заморожування. Адже знаючи, як змінюються властивості речовин при їх заморожуванні, можна прогнозувати тепловий стан промислових об'єктів, в яких вони використовуються і виробити рекомендації для їх ефективного використання.

У таблиці 2 представлені значення коефіцієнтів теплопровідності досліджуваних ґрунтів.

Таблиця 2

Значення коефіцієнтів теплопровідності пористих ґрунтів [41]

Найменування ґрунту	Кількість рідини при насичення 100%, мл	Об'ємна вологість, W	Коефіцієнт теплопровідності ґрунту, Вт/м.К		
			сухий	насичений	мерзлий
Гравійний	320	0,33	1,12	2,1	2,72
Глинистий	280	0,29	0,9	1,44	1,75
Піщаний	350	0,36	1,16	1,8	2,1
Чорнозем	450	0,47	0,2	0,84	1,26

Для проведення експериментальних досліджень було обрано три насичення ґрунту: 1-ступінь насичення 100%; 2- ступінь насичення 50%; 3- ступінь насичення 0%. Сухий ґрунт поміщався у прямокутний контейнер з розмірами 0,5×0,35×0,25м і вільною поверхнею об'ємом $V_{в-ва} = 0,96 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ і насичувався необхідним об'ємом рідини через відкриту верхню поверхню, а потім розміщувався по центру морозильної камери. Необхідний об'єм води для заданого ступеня насичення заздалегідь експериментально визначався для кожного із ґрунтів за допомогою вимірювальної ємності з відносною похибкою трохи більше 3 %. Після включення холодильної установки температури в морозильній камері фіксувалися за допомогою 16 хромель-алюмелевих термопар (рисунок 3); 5 з них розташовувалися за обсягом речовини, що заморожується (таблиця 3) і 11 за обсягом морозильної камери (таблиця 4).

Таблиця 3

Розташування термопар за обсягом пористої речовини

Координата розташування термопар, см	Номер термопари				
	1	2	3	4	5
x	32	16	16	32	24
z1/ z2/ z3	0/ 3/ 6				
Y	27	27	17	17	22

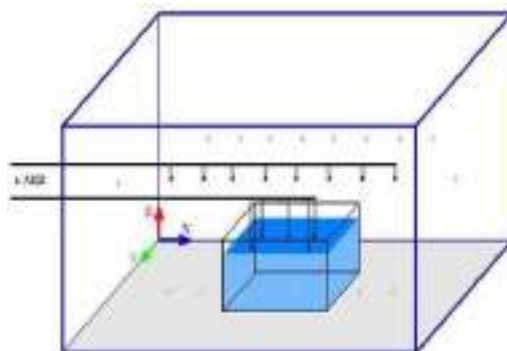


Рисунок 3 – Схематичне зображення розташування термопар у досліджуваному середовищі

Розташування термопар за об'ємом морозильної камери

Координата розташування термопар, см	Номер термопари										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
x	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44
z1/ z2/ z3	8/13/18										
y	22										

Аналоговий сигнал з термопар перетворювався в цифровий двома 8 каналними вимірювачами температури ОВЕН УКТ-38 Щ4 з основною наведеною похибкою 0,5%. Цифровий сигнал від АЦП до ЕОМ передавався через адаптер мережі ОВЕН АС-2. За допомогою програмного забезпечення National Instruments LabVIEW виміряні температури відображалися на екрані комп'ютера у вигляді графічної залежності, числових значень та зберігалися у файл на жорсткому диску з інтервалом часу в дві секунди (рис. 4, 5). Паралельно контролювалися значення сили струму та напруги на компресорі установки, а також тиск хладону в лініях високого та низького тиску.

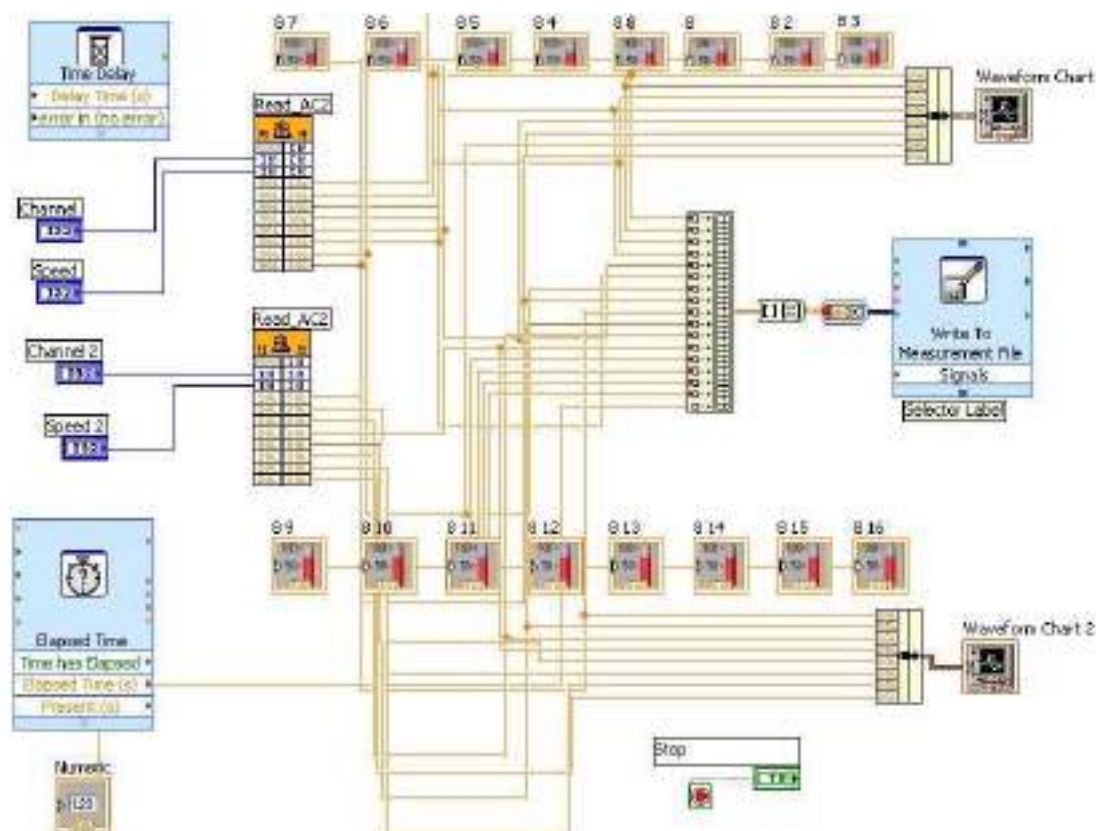


Рисунок 4 - Фрагмент схеми комп'ютерної програми реєстрації та обробки експериментальних даних

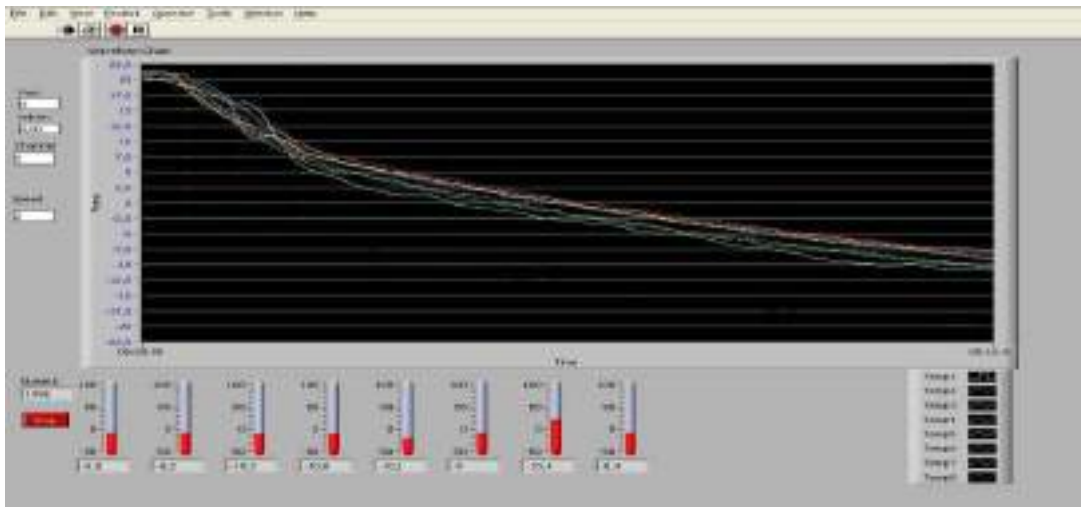


Рисунок 5 - Фрагмент комп'ютерної програми реєстрації та обробки експериментальних даних

Відключення холодильної установки та, відповідно, закінчення проведення досвіду здійснювалося за умови досягнення у всьому обсязі досліджуваного зразка заданої мінімальної температури (-30°C). Обробка та аналіз отриманих експериментальних даних проводились за допомогою програм Microsoft Excel, OriginLab Origin та MathWorks MATLAB.

Проведемо розрахунок похибок проведених вимірів.

Таблиця 5

Результати вимірювання температури гравійного ґрунту при насиченні 100%; Z = 0 см; τ=10000сек.

n	T, °C	T, °C	T, °C
1	-19	19,6	19,7
2	-18,3	-18,5	-18,9
3	-18,1	-18,2	-17,6
4	-17,5	-17,1	-17,3
5	-15,9	-16,1	-16,2

Знайдемо середні арифметичні значення величин:

$$x_{\text{ср}} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i;$$

$$x_{\text{ср1}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{(-19) + (-19,6) + (-19,7)}{3} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^5 -56,3 = -19,4$$

Середня квадратична похибка окремого результату n вимірювання (похибка методу вимірювань):

$$n_s = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{cp} - x)^2 \cdot \frac{1}{n-1}};$$

$$n_{s_1} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{cp} - x)^2 \cdot \frac{1}{n-1}}$$

$$n_{s_1} = \sqrt{\sum_{i=1}^3 ((-19,4) - (-19))^2 + ((-19,4) - (-19,6))^2 + ((-19,4) - (-19,7))^2 \cdot \frac{1}{3-1}} = 0,379$$

Середнє квадратичне відхилення середнього арифметичного
(Похибка результату серії вимірювань):

$$n_{s_{\bar{x}}} = \frac{n_s}{\sqrt{n}};$$

$$n_{s_{\bar{x}}} = \frac{n_s}{\sqrt{n}} = \frac{0,379}{\sqrt{3}} = 0,219$$

Довірча ймовірність $\alpha = 0.95$. Табличне значення коефіцієнта Стюдента
(при $\alpha = 0.95$ і $n=3$) $t=4,303$.

Довірчий інтервал Δx (абсолютна похибка результату серії вимірювань):

$$\Delta x_i = t(\alpha, n) \cdot n_{s_{\bar{x}}};$$

$$\Delta x_1 = t(\alpha, n) \cdot n_{s_{\bar{x}}} = 4,303 \cdot 0,219 = 0,941$$

Відносна похибка результату серії вимірів:

$$\delta x = \frac{\Delta x_i}{x_i};$$

$$\delta x = \frac{\Delta x_1}{x_1} = \frac{0,941}{-19,4} = 0,04840;$$

Таблиця 6

Результати довірчих інтервалів

n	Середнє арифметичне значення T, K	Довірчий інтервал, °C	Відносна похибка результату серії вимірів
1	-19,43	±0,940555	0,04840
2	-18,57	±0,758978	0,04088
3	-17,97	±0,798603	0,04445
4	-17,30	±0,496868	0,02872
5	-16,07	±0,379489	0,02362

Для інших серій дослідів похибка вимірів розраховувалася аналогічно.

Висновки. Як досліджувані пористі речовини застосовувалися різні за своєю структурою і теплофізичними характеристиками типи ґрунтів, а саме: гравійний ґрунт; глинистий ґрунт; піщаний ґрунт; чорнозем, пористі насичені вологою речовини. Встановлено як поведуться ці ґрунти під час заморожування. Адаже знаючи, як можуть змінюються властивості речовин в процесі заморожування, можна прогнозувати тепловий стан промислових об'єктів, в яких вони використовуються і надати рекомендації для їх ефективного використання. Відносна похибка результатів досліджень становила не більше 5 %.

Список використаних джерел

1. Ісаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел О.С. Теплопередача. К: Енерговидав . 1981. 416 с.
2. Мухачов Г.А., Щукін В.К. Термодинаміка та теплопередача. К. Вид. Вища школа. 1991. 480 с.
3. Авдуєвський В.С., Галицейський Б.М., Глебов Г.А. Основи теплопередачі в авіаційній та ракетно-космічній техніці. К: Машинобудування. 1975. 623 с.
4. Болгарський А.В., Голдобєєв В.І. та ін. Збірник завдань з термодинаміки та теплопередачі. К: Вид. Вища школа. 1972. 302 с.
5. Константинов С.М. Теплообмін . К.: Політехніка . 2005.303 с.
6. Амерханов Р.А., Харламов Б.Х. Теплотехніка. М: Енергоатоміздат. 2006. 431 с.
7. Gaidamak O. Investigation of the Speed of movement of powder particles of cold gas dynamic spraying . Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2021. № 1 (112). 3 46-52.

НАПРЯМ

4

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ СУЧАСНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

Вадим ГАНЖА¹,
студент 3-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

***Анотація.** Діагностування застосовується в практиці управління технічним станом машини, реєстрації і запису змін параметрів машини і її вузлів, одержуваних безперервно в процесі експлуатації. Це дозволить виявити не тільки поточний стан параметрів, але і визначити тенденції їх зміни в часі. Аналізуючи значення параметрів, можна виявляти зміну параметрів і часу перебування їх в допустимих межах.*

***Ключові слова.** технологія, машинобудування, діагностування*

***Annotation.** Diagnostics is used in the practice of managing the technical condition of the machine, registering and recording changes in the parameters of the machine and its components obtained continuously during operation. This will allow to reveal not only the current state of the parameters, but also to determine the trends of their changes over time. Analyzing the values of the parameters, it is possible to detect a change in the parameters and the time of their stay within the permissible limits.*

***Keywords.** technology, mechanical engineering, diagnostics.*

***Вступ.** Технічний стан для кожного вихідного параметра формується як область, в якій знаходяться всі його значення для прийнятих умов і режимів роботи машини. Зміна області стану відбувається з плином часу і залежить від процесів старіння, зносу, умов і режимів експлуатації машини. У зв'язку з цим закон імовірнісного розподілу $F(x)$ буде характеризувати ймовірність*

¹Науковий керівник – д.т.н., професор Веселовська Н.Р. кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

знаходження в заданій точці значень x . Область станів визначається не тільки значеннями параметрів, але і імовірнісними характеристиками: математичним очікуванням, дисперсією, коефіцієнтом асиметрії, а повною характеристикою стає функція закону розподілу $F(x)$. Для оцінки технічного стану машини в період діагностування визначаються значення встановлених вихідних параметрів для різних умов експлуатації та проведення розрахунків на основі показників існуючого рівня надійності машини. При експлуатації машини показники будуть змінюватися, і другим етапом оцінки надійності стає проведення прогнозування зміни області станів вихідних параметрів машини під впливом очікуваних процесів старіння [1-3].

На основі чого вживаються заходи, спрямовані на запобігання втрати працездатного стану машини, що, в свою чергу, призведе до запобігання поломок, виникнення аварій, грубих порушень експлуатації техніки. У процесі діагностування можна стежити за швидкістю зміни і погіршення значень контрольованих параметрів і здійснювати прогнозування, контролювати залишковий технічний ресурс. Прогнозування працездатності на основі діагностування вирішує завдання діагнозу технічного стану машини і подальшої зміни надійності вузлів і механізмів [1,4-6].

Виклад основного матеріалу. Для проведення діагностування призначають сукупність контрольних-діагностичних операцій. Може бути запропонована система технічного діагностування, яка включає технічні засоби - ТСД, алгоритм діагностування, тобто, сукупність приписів про проведення діагностування, вибір методу діагностування - функціональний або тестовий. Під моделюванням розумітимемо процес уявлення деякого об'єкта у вигляді моделі для прогнозування поведінки об'єкта шляхом проведення експериментів над моделлю. Як об'єкт діагностування може виступати будь-який апарат, підприємство, цех, система. Складність процесу діагностування обумовлюється в основному складністю об'єктів. Сам процес діагностування передбачає взаємодію об'єкта з технічними засобами діагностування і оператором, що об'єднуються в систему діагностування (СД). Високої ефективності СД можна досягнути тільки в тому випадку, коли ОД контролепридатний, тобто можна певним чином оцінити його стан [4-6].

Забезпечення контролепридатності об'єкта можливе, якщо в процесі проектування об'єкта будуть вирішені задачі технічної діагностики. Основною задачею технічної діагностики є отримання інформації про фактичний стан об'єкта діагностування і, можливо, прогнозування його майбутнього стану. При цьому необхідно розробити і проаналізувати модель об'єкта, що діагностується; вибрати перевірочну дію; побудувати алгоритми і програми перевірки; побудувати програмні і апаратні засоби діагностування і забезпечити їх взаємодію. Для опису функціонування ОД на всіх зазначених етапах необхідні відповідні моделі для побудови засобів перевірки і оцінки якості ОД, оптимальності і ефективності, використання їх для рішення будь-яких задач діагностики [5-8].

Уточнимо, передусім, який зміст буде вкладатися в термін «модель», бо він є широко розповсюдженим, причому в різних випадках має той або інший зміст. Модель – це образ, схема деякого класу об'єктів, яка виділяється з значно

більшого їх різномайття. Це, однак, занадто загальне розуміння про модель і в деяких областях призводить до суперечливих тлумачень. Навіть в науках, безпосередньо пов'язаних з математикою, немає єдиного означення поняття «модель». Існують різні класифікації моделей. Одна з перших і основних полягає в поділі моделей на два класи за їх характером: реальні і ідеальні моделі. Модель називають реальною, якщо вона відтворює головні фізичні, динамічні, геометричні і функціональні параметри об'єкта, що досліджується. Далі виділяються два підкласи моделей: знакові та інтуїтивні. Інтуїтивні моделі часто виникають в тих областях знання, які знаходяться ще на попередньому, описовому етапі розвитку. Знакова модель є формалізованим описом об'єкта, яку з використанням математики можна описати різноманітними засобами: аналітичними, алгоритмічними, графічними, тощо. Всі види таких математичних формалізувань у даному контексті можна об'єднати однією назвою - «математична модель», а зміст цього терміну уточнювати в залежності від конкретної ситуації коли [7-9].

1) інформація про об'єкт накопичується в результаті спостережень за ним як за реально існуючою фізичною системою;

2) об'єкт реально не існує, він проектується і інформація про нього зростає під час роботи над його конструюванням.

Особливо важливим є вибір і побудова моделей об'єкта діагностування, які необхідні для вибору і побудови перевірочних дій, складання алгоритмів перевірки, видачі рекомендацій для забезпечення його контролепридатності і по захисту від можливих порушень, прогнозування майбутньої поведінки. Для цього застосовуються так звані діагностичні моделі (ДМ).

Під ДМ розуміється - формалізований опис об'єкта, необхідний для вирішення задач діагностики (опис може бути поданий в аналітичній, табличній, векторній, графічній і інших формах, що зв'язують вхідні і вихідні параметри). В результаті дослідження ДМ визначають: перелік діагностичних показників, що оцінюються, методи їх оцінки, умови дієздатності, ознаки наявності дефектів і відмов, алгоритми і програму діагностування. Сукупність цих даних називають діагностичним забезпеченням (ДЗ). Розглянемо класифікацію діагностичних моделей. Будь-яка класифікація умовна і тут вона розглядатиметься з позицій використання в задачах діагностики. Всі ДМ об'єктів можна поділити на два основних класи: звичайні і спеціальні (рис.1.1), що в свою чергу діляться на ймовірнісні і детерміновані [8].

Вибір діагностичної моделі в багатьох випадках визначається специфічними особливостями побудови, використання і експлуатації об'єкта. Розглянута класифікація моделей повинна полегшити проектувальнику прийняття рішення при виборі і визначенні засобів аналізу ДМ в різноманітних ситуаціях. Аналіз ДМ передбачає призначення, перелічення і упорядкування прямих і додаткових показників, які характеризують стан об'єкта, вибір сукупності показників, що оцінюються, і засоби їх оцінки, а також побудови алгоритмів і програм діагностування. Методи аналізу ДМ поділяються на аналітичні, графічні і графоаналітичні. Аналітичні методи досить ефективні при аналізі будь-яких ДМ, однак зі зростанням складності моделей рішення стає занадто громіздким. Графічні відрізняються наочністю і дуже корисні при

дослідженні поточних процесів або моделей характеристик об'єкта. Графоаналітичні методи є сукупністю графічних і аналітичних методів [8-11].

Слід відмітити, що розробка діагностичного забезпечення при проектуванні ОД починається з вибору типів і побудови діагностичних моделей. ДМ об'єкта можна побудувати за умови, що проектувальник володіє про нього певними відомостями, такими, як структура, закони управління або регулювання процесами, що реалізуються і ін. Однак велика різноманітність об'єктів діагностування: за видом енергії, що використовується (електричні, гідравлічні, механічні, пневматичні ін.); за принципом дії (аналогові, дискретні, змішані); за режимом використання (неперервний, дискретний); за задачами, які розв'язуються, в процесі діагностування (визначення дієздатності, пошук дефектів, прогнозування зміни стану); - викликає певні труднощі в побудові більш-менш універсальних діагностичних моделей. Часто виявляється, що однієї ДМ для досягнення даної мети недостатньо. Можуть вимагатися різні моделі для визначення дієздатності, пошуку дефекту, а для складного об'єкта – водночас декілька моделей, що утворять відповідно складну ДМ об'єкта, яка враховує ієрархію його структури [9,10].

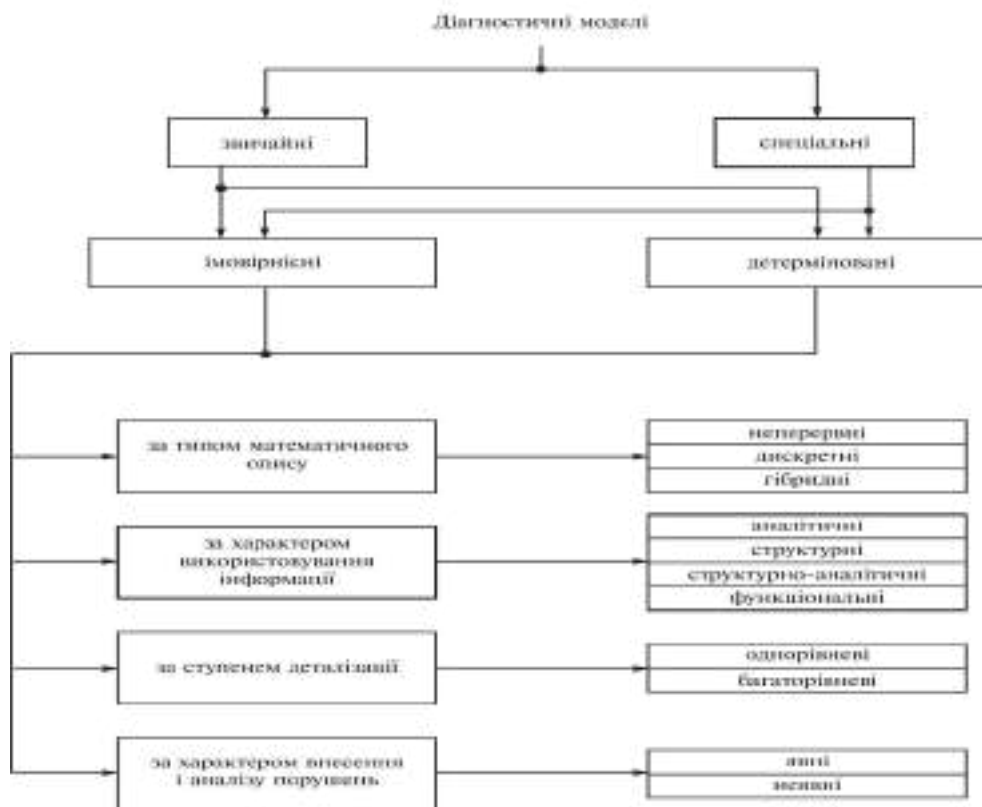


Рис.1 Класифікація діагностичних моделей

До основних принципів побудови ДМ відносяться: використання декомпозиційних прийомів при описуванні об'єкта діагностування; використання властивостей адаптації ОД-СД і навпаки; відображення законів функціонування або зміни стану об'єкта; врахування специфіки об'єкта; застосування процедур відкриття певних властивостей ОД на ранніх стадіях його дослідження [10].

Показники, необхідні для визначення стану об'єкта діагностування, можна оцінювати різними методами. Використання того або іншого з них залежить від специфіки ОД і умов його експлуатації. При цьому в період діагностування об'єкт може виконувати свої робочі функції або переводитися в спеціальний контрольний режим. Методи діагностування повинні враховувати наступні фактори: надійність знаходження помилок (збоїв, пошкоджень або відмов); можливість виправлення помилок після їх виявлення без втручання оператора; час, що витрачається системою на усунення випадкових помилок; кількість додаткового обладнання (якщо воно необхідне); вплив діагностування на швидкодію ОД або його продуктивність; вказівка місця несправності з необхідною точністю місця помилки, що необхідно для аналізу причин, які викликають помилки; вартість, обсяг, габарити і вага технічних засобів діагностики. Існуючі методи діагностування надто різноманітні. Розглянемо основні з них (рис.2): за характером взаємодії ОД і технічних засобів діагностування (ТЗД) можна виділити методи функціонального діагностування, коли робочі впливи подаються на апаратуру при її функціонуванні, і тестового діагностування, коли на ОД подаються тестові впливи, що попередньо визначені тільки для технічного діагнозу стану об'єкта, що досліджується [11].

В свою чергу методи тестового діагностування поділяються на: загальне (структурне), покомпонентне, комбіноване; за ступенем зв'язку об'єкта і ТЗД розрізняють методи, основані на оцінці виходу ОД або його проміжних показників; за методом оцінки стану об'єкта можна виділити методи, основані на порівнянні реакції ОД і його еквівалентної моделі або на оцінці сукупності діагностичних показників. За характеристикою (динамічною або статистичною) об'єкта судять про його стан, використовуючи методи оцінки характеристики в цілому або окремо, або за показниками її форми. Окрім перерахованих методів існують: метод послідовного контролю, метод половинного розподілення, широко використовуються статистичні методи Байеса, послідовного аналізу, статистичних рішень. Серед інших найбільш перспективних методів технічного діагностування можна назвати методи розподілу в просторі ознаквідзнак, матричні методи і методи розпізнавання [11,12].

На сучасному етапі технічні засоби діагностування (ТЗД) отримують все більше розповсюдження, впроваджуючись в усі нові сфери виробництва. Створюється широкий асортимент ТЗД, автоматизація яких дозволяє приймати відповідні рішення на етапах збору, обробки, перетворення, передачі, зберігання, відображення інформації про ОД та на етапі його експлуатації. ТЗД, які використовуються для діагностики ТО, будуються в більшості випадків за ієрархічним принципом - на кожному рівні вирішуються задачі, які знаходяться у сфері компетенції даного рівня. При цьому для нижчерозташованого рівня прийняття рішення верхнього рівня є або задачею, що підлягає рішення на цьому рівні, або директивою відносно цілей і ресурсів на їх виконання. На рис.1.3 наводиться ієрархічна схема розташування рівнів і засобів діагностування при автоматизації в різноманітних виробництва для машинобудівного обладнання, бо в нинішній час стає актуальною автоматизація одиничного і дрібного виробництва, що поєднує високу продуктивність автоматів і напівавтоматів з широкими можливостями верстатів

з ЧПК при їх швидкому переналагоджуванні в умовах безлюдної технології [12]

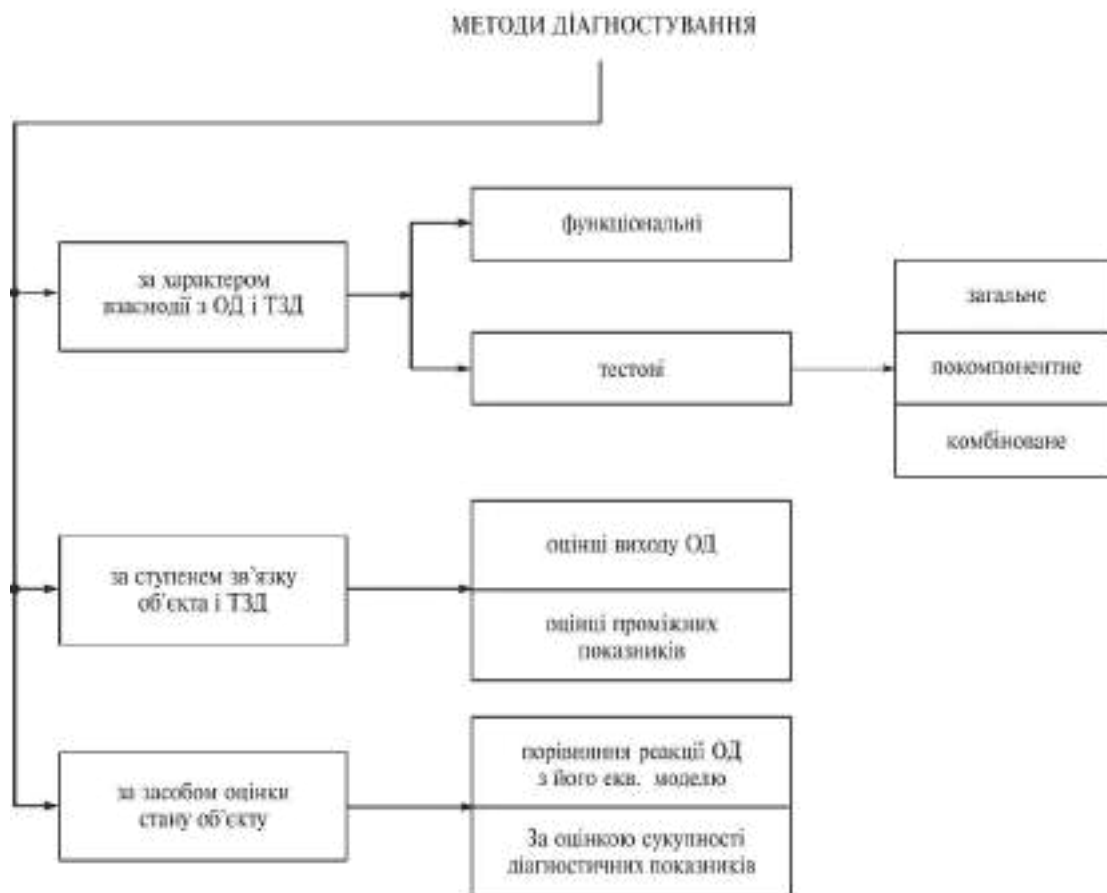


Рис. 2. Класифікація методів діагностування

В багаторівневій ієрархічній схемі всі три аспекти інформатики: апаратні обчислювальні засоби, програмне та алгоритмічне забезпечення тісно взаємопов'язані, тому отримання опти-мального рішення на кожному з етапів можливо при розгляді моделі в цілому [12].

Для визначення стану і виявлення особливостей тих або інших систем існують засоби діагностування (рис.3). До *засобів діагностування* відносяться апаратура і програми, за допомогою яких здійснюється діагностування, а також експлуатаційно-технічна документація.

Апаратні засоби діагностування - це прилади і пристрої, призначені для рішення різноманітних задач, що виникають при визначенні стану об'єкту діагностування.

Програмні засоби діагностування застосовують в обчислювальних і керуючих машинах, які використовуються при діагностуванні електронного обладнання.

Експлуатаційно-технічна документація складається з контрольно-регулюючих і маршрутно-налагоджуваних карт, таблиць пошуку дефектів і інших документів, що передаються оператору, який бере участь в процесі діагностування, для полегшення його дій. Перераховані засоби діагностування можуть використовуватися в різноманітних системах діагностування [12-14].

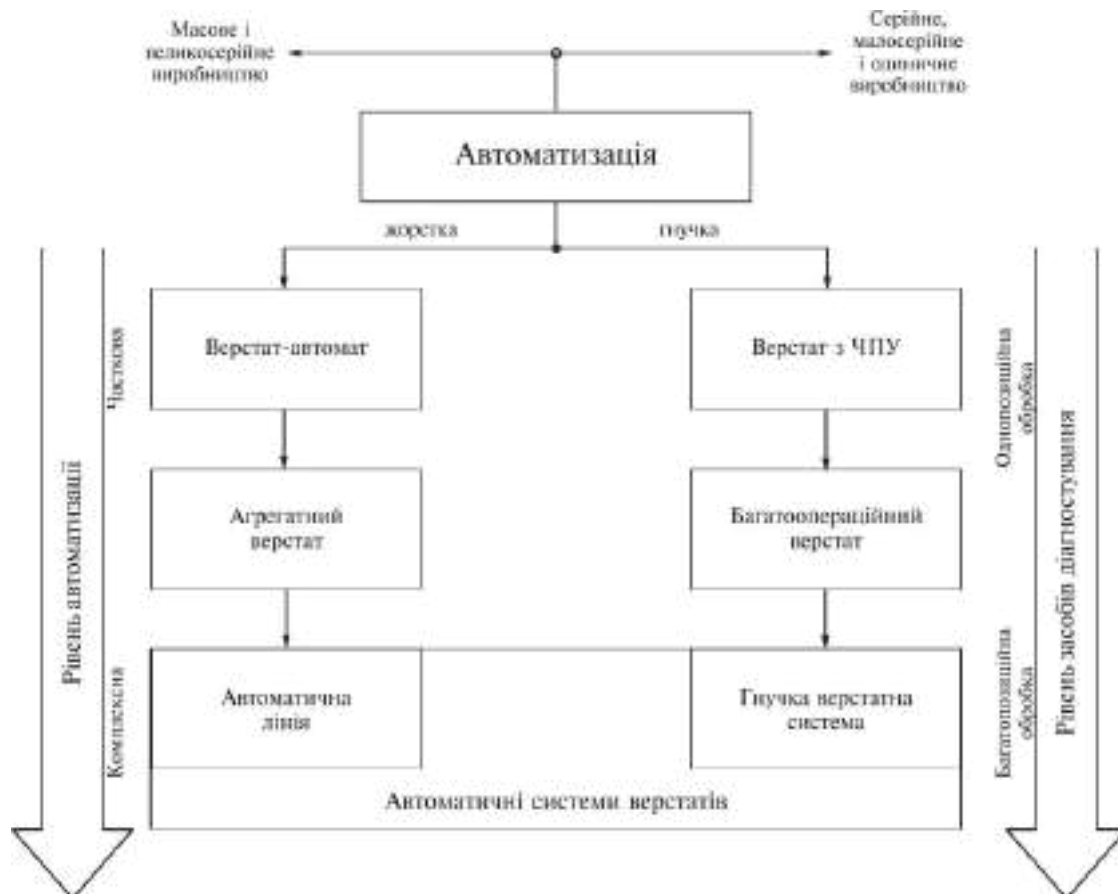


Рис.1.3. Ієрархія рівнів і засобів діагностування при автоматизації в різноманітних видах виробництва

Висновок. При розробці технологічного обладнання використовуються відомі методи та засоби технічної діагностики (ТД), математичний апарат, алгоритмічне та програмне забезпечення яких суттєво відрізняються, що викликає певні ускладнення при їх застосуванні. Особливо цей стан неузгодженості математичного та програмного забезпечення СД проявляється при експлуатації металооброблювального обладнання в масовому виробництві, що має місце, наприклад, на підприємствах, де виготовляють підшипники, а саме під час точіння та шліфування кілець підшипників.

Тому важливою є проблема розробки та використання засобів та методів технічного діагностування технологічного обладнання і математичних моделей для обґрунтування алгоритмів прийняття рішень при діагностуванні цього обладнання з метою підвищення ефективності і надійності роботи комплексу та якості деталей, які обробляються на ньому.

Список використаних джерел

1.Iskovych-Lototsky R.D., Ivanchuk Y.V., Veselovska N.R., Surtel W., Sundetov S. Automatic system for modeling vibro-impact unloading bulk cargo on vehicles.. *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*. 2018. Vol. 10808. №1080860.

2.Shatokhin V., Ivanchuk Y., Dvirna O., Veselovskaya N., Jurczak W. Dynamic Processes Modeling in a Peristaltic Pump with a Hydraulic Drive for the Bingham Fluid. *Advances in Science and Technology Research Journal*. 2022. Vol. 16 (4). P. 256–269.

3. Веселовська Н.Р., Іскович-Лотоцький Р.Д., Ковальова І.М. Теорія різання та інструмент: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2019. 297 с.
4. Веселовська Н.Р., Іванов М.І., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Гідравліка: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2019. 222 с.
5. Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А., Руткевич В.С. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 287 с.
6. Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А., Руткевич В.С., Моторна О.О. Практикум з дисципліни технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 355 с.
7. Веселовська Н.Р., Зелінська О.В. Моделі інтегрованих комп'ютерних систем управління технологічними процесами на основі сучасних інформаційних технологій: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. 427 с.
8. Матвійчук В.А., Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А. Математичне моделювання новітніх технологічних систем: монографія. Вінниця: ВНАУ, 2021. 193 с.
9. Пальчевський Б. О. Дослідження технологічних систем (моделювання, проектування, оптимізація). Львів : Світ, 2001. – 232 с.
10. *Spirin A., Borysiuk D., Tsurkan O., Tverdokhlib I., Veselovska N., Edl M. Ways of Intensification of Grass Seed Production. Journal of Engineering Sciences. 2023. Vol. 10 (1). P. F11-F19.*
11. Тарельник В.Б., Коноплянченко Є.В., Зубко В.М. Галузеве машинобудування: навчальний підручник. Київ, 2023. 468 с.
12. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування. Чернігів: ЧДТУ, 2005. 567 с.
13. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування: навч. посібник для студ. вищих техн. навч. закладів освіти. Львів : Магнолія 2009. 567 с.
14. Бондаренко С.Г. Технології механоскладального виробництва: Монографія. Ніжин: ТОВ “Видавництво “Аспект-Поліграф”, 2008. 358 с.

Роман МАНДИБУРА²,
студент 4 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІМЕРНИХ ТА ГУМОВИХ ВІДХОДІВ У ВТОРИННІЙ ПЕРЕРОБЦІ: РОЛЬ УТИЛІЗАЦІЇ В АГРАРНОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

***Анотація.** Технології виробництва полімерних та гумових виробів постійно вдосконалюються, але проблема утилізації їх відходів також зростає. Багато відходів неправильно обробляються, що шкодить довкіллю.*

²Науковий керівник – асистент Телятник І.А., кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

Полімери та гума могли б бути використані повторно, особливо в аграрнопромисловому комплексі.

Багато гумових та полімерних відходів викидаються на сміттєзвалища або в природне середовище. Це погіршує екологічну ситуацію, так як шкідливі речовини потрапляють у довкілля.

Стаття досліджує методи переробки полімерних та гумових відходів для вторинної переробки. Розглядаються різні методи рециклінгу та етапи переробки.

Ключові слова. гумо-технічні вироби, полімерні відходи, утилізація, піроліз, композит.

Annotation. The technologies for producing polymer and rubber products are constantly improving, but the issue of their waste disposal is also growing. Many of these wastes are improperly processed, which harms the environment. Polymers and rubber could be reused, especially in the agro-industrial complex.

A significant amount of rubber and polymer waste is being discarded in landfills or into the natural environment. This worsens the ecological situation, as harmful substances end up in the environment.

The article explores methods of recycling polymer and rubber waste for secondary processing. Various recycling methods and stages of processing are considered. Existing technologies for the disposal and processing of rubber waste are also investigated, including pyrolysis technology.

Keywords. rubber products, polymer waste, disposal, pyrolysis, composite.

Вступ. За останні роки світ доклав зусиль у вирішенні проблеми обробки та використання відходів виробництва та споживання, які надходять у все більших обсягах. Людство перебуває в епосі споживання, де виробництво широкого спектру товарів продовжує рости [1-3].

Полімери сьогодні стали основними сировинами у багатьох галузях, витісняючи при цьому більш дорогоцінні матеріали, такі як натуральне дерево та метал. Низька вартість та технічні переваги пластику зробили його дуже популярним. Але розповсюдження пластикових виробів (рис. 1) викликало проблеми з утилізацією, оскільки пластик розкладається природою від 100 до 400 років, і традиційне сміттєзвалище не є ефективним рішенням цієї проблеми [1,2].

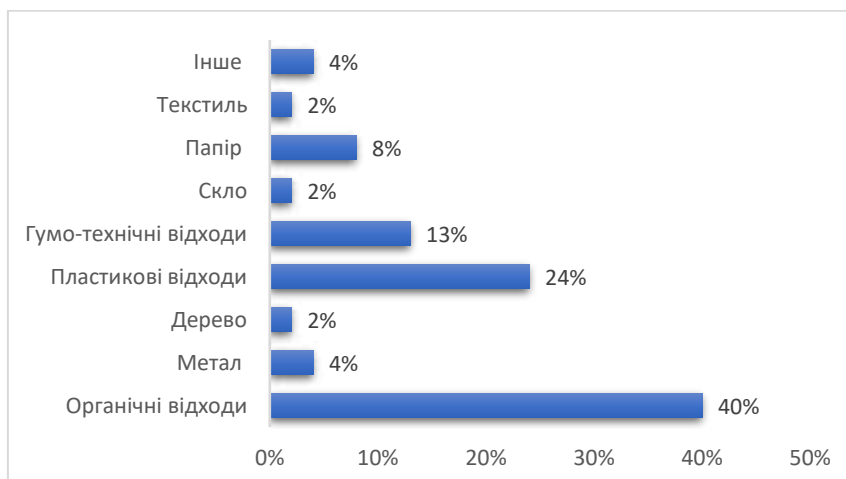


Рис.1. Відсотковий склад відходів в Україні.

Знищенням термічним шляхом викидають шкідливі речовини, які не виводяться з організму людини. Найкращий варіант - рециклінг (вторинна переробка пластика).

Пластмаса – штучні матеріали з полімерів, які формуються при високій температурі, коли вони мають високу пластичність. Для полімерів використовують нафту, природний газ, кам'яне вугілля, сланці.

Пластмаси мають низьку густину ($0,85—1,8 \text{ г/см}^3$), що збільшує попит на них. Вони мають високу корозійну стійкість та широкий спектр інших властивостей, такі як антифрикційні характеристики для підшипників ковзання та високий коефіцієнт тертя для гальмових пристроїв. Деякі пластмаси мають специфічні властивості, такі як висока електроізоляція, теплоізоляція та прозорість [1,2].

Перевагою пластмас є можливість їх переробки у виробі з високим коефіцієнтом використання матеріалу, такі як лиття та видавлювання.

Недоліки пластмас включають низьку міцність, твердість і механічну жорсткість, великий коефіцієнт лінійного термічного розширення, повзучість, низьку теплостійкість, низьку теплопровідність та схильність до старіння.

Актуальність теми дослідження. В умовах сучасних викликів, пов'язаних з енергетичною кризою, зміною клімату та дефіцитом нафтових ресурсів, утилізація полімерних відходів набуває важливості як стратегічний крок у напрямку сталого розвитку та збереження довкілля.

Виклад основного матеріалу. Старіння полімерних виробів призводить до втрати еластичності та збільшення механічної жорсткості. Твердість пластмас за методом Брінелля становить 30...200 МПа.

Багато полімерів мають аморфний стан, але деякі містять кристалічну фазу для підвищення міцності, жорсткості та теплостійкості. У виробництві використовують синтетичні смоли [1-3].

Пластмаси можуть містити наповнювачі, пластифікатори та спеціальні добавки для надання певних властивостей.

Наповнювачі, що підвищують міцність, зносостійкість, теплостійкість та інші властивості пластмас, можуть включати органічні або неорганічні речовини у формі порошків (такі як графіт, деревне або кварцове борошно), волокон (наприклад, паперових, бавовняних, азбестових, скляних) або полотен чи аркушів (такі як тканина, папір, деревний шпон). Відсоток наповнювачів у складі пластмаси може сягати від 40% до 80% [3].

Пластифікатори використовуються для підвищення пластичності та еластичності пластмас (наприклад, гліцерин, касторове або парафінове масло).

✓ Серед добавок можуть бути такі компоненти:

✓ Стабілізатори, які уповільнюють старіння (наприклад, сажа, сірчані сполуки, феноли).

✓ Мазильні матеріали, що запобігають прилипанню матеріалу до форми, підвищують текучість та зменшують тертя між частинками композиції (включаючи віск, стеарин та олеїнову кислоту).

✓ Барвники, які надають пластмасовим виробам декоративний вигляд (наприклад, охра).

✓ Каталізатори, що прискорюють твердіння пластмаси (наприклад, уротропін та оксиди металів).

✓ Антипірени, які зменшують горючість полімерів (наприклад, сполуки сурми).

✓ Антистатиками, які запобігають накопиченню статичного електричного заряду у виробках з полімерних матеріалів.

✓ Пороутворювачі, речовини, які розпадаються при нагріванні і утворюють пори та пінопласти з пористою структурою.

Полімерні відходи включають в себе зношені шини, які становлять значну частину полімерних відходів. Автомобільна промисловість за останні роки розвивалася швидко, що призвело до збільшення кількості відходів [3-5].

Використана гума з автомобільних шин може бути використана в різних сферах, включаючи виробництво покрівельних матеріалів, теплоізоляційних матеріалів, адсорбентів для очищення стічних вод, а також для підвищення родючості ґрунту в сільському господарстві.

Здрібнена гума може бути використана для укріплення берегів річок та каналів від ерозії, для створення амортизаційних бар'єрів на дорогах та інших місцях, а також для гідропонічного вирощування рослин та підвищення родючості ґрунту в сільському господарстві.

Одержані з процесів виробництва, переробки та використання деяких полімерів, відходи можуть бути відновлені до початкових синтезованих продуктів і повернуті в промисловість. Цей метод є особливо перспективним в контексті утилізації відходів поліуретанів (ПУ), оскільки їхнє спалення є нерентабельним, а процес піролізу супроводжується виділенням отруйних газів [3].

Методи переробки полімерів і виробів, що вийшли з ужитку [3-5].

Гідроліз – цей спосіб переробки пластикових відходів включає в себе розкладання полімерів під дією кислот при високих температурах, одночасно впливаючи на сировину. Це найпоширеніший метод переробки пластику за кордоном. Доступні різні методи гідролізу, зокрема ті, які вимагають застосування каталізаторів.

Гліколіз – переробка, про яку йдеться, використовує гліколі, які є спеціальними спиртами з наявністю гідроксильних груп. Для успішної реакції в цьому процесі потрібно дотримувати дві важливі умови: підтримувати високу температуру та правильно підібрати каталізатор.

Метаноліз – цей метод утилізації відходів включає в себе глибоку полімеризацію і розкладання пластмас за допомогою етанолу. Для проведення переробки пластика цим способом потрібно мати спеціальні реактори, які можуть забезпечувати температуру приблизно 15°C і тиск на рівні 1,5 МПа. Без наявності такого обладнання виконати рециклінг пластика за цим методом неможливо.

Гіроліз – це термічне розкладання, тобто процес розкладання сировини за допомогою нагрівання без доступу кисню. На виході отримується початковий мономер. Технологія цього методу переробки полімерів дозволяє уникнути необхідності сортування сировини перед рециклінгом.

Ці способи рециклінгу, при умові правильної настройки процесу, допомагають зменшити негативний вплив на навколишнє середовище і обсяг виробничих відходів. Однак ці фізико-хімічні методи мають високі витрати та складну технологію переробки, що потребує наявності висококваліфікованих спеціалістів [3].

В Україні використовується механічний метод рециклінгу, що ґрунтується на фізичному роздрібненні перероблюваної сировини. Важливо відзначити, що пластик залишає свої властивості після цього процесу. Цей метод відрізняється від інших тим, що не вимагає великих інвестицій у дороге обладнання та спеціалістів для його впровадження.

Сучасні механічні лінії рециклінгу в Україні виготовляють різні види продукції. Найбільш обіцяні для подальшої реалізації є гранули та флекс (рис. 2). Технологія виготовлення гранул і флексу є менш складною порівняно з іншими. Гранули широко використовуються на промислових об'єктах, і ця вторинна сировина має великий попит.

Етапи переробки полімерних відходів включають сортування, подрібнення матеріалу, агломерацію (спікання полімерів у маленькі фракції) та виготовлення гранул у спеціальному обладнанні. Чистий подрібнений полімер, такий як флекс або агломерат, може бути використаний в якості готової продукції [3].



Рис. 2. Продукти переробки полімерів: а) флекс; б) гранулянт.

Важливо відзначити, що пластик можна рециркулювати не більше 4-5 разів через погіршення його властивостей під впливом високих температур. Отримана вторинна сировина використовується у виробництві волокон для килимів, синтетичного одягу та ниток (близько 30% всієї переробленої вторинної сировини). Приблизно 70% переробленого пластику використовується для виготовлення поліестерових волокон, які потім застосовуються для утеплення спортивного одягу, спальних мішків та наповнювачів для м'яких іграшок. Після завершення останнього циклу пластик часто використовується в будівництві доріг [3,4].

Відходи гумових виробів поділяються на дві категорії: відходи виробництва і відходи суспільного споживання. Виробництво гумових виробів, таких як гумо-технічні вироби, автомобільні шини і гумове взуття, призводить до накопичення відходів на підприємствах.

Відходи виробництва гумо-технічних виробів можна поділити на такі категорії:

- ✓ Відходи гумових сумішей.
- ✓ Невулканізовані гумові відходи.
- ✓ Вулканізовані гумові відходи.

Однією з найбільш поширених категорій відходів суспільного споживання є амортизовані шини. У виробництві автомобільних шин витрачається значна кількість синтетичного каучуку, і після закінчення експлуатації шини стають відходами. Час служби автомобільних шин коротший, ніж більшості гумових виробів [3-5].

Переробка гумових шин - це процес обробки використаних шин, які більше не можна використовувати на автомобілях через знос або пошкодження. Шини становлять значну проблему у справі утилізації через їх великий обсяг виробництва і стійкість до біологічного розкладання, тому вони займають багато місця на сміттєзвалищах [3-5].

Переробка гумових шин може включати в себе використання нових технологій, таких як піроліз і де-вулканізація, які роблять можливим повторне використання матеріалів з відпрацьованих шин у виробництві енергії, нових гумових виробів та інших продуктів.

Утилізація гумотехнічних виробів є важливою з екологічної точки зору, оскільки відпрацьована автомобільна гума містить токсичні сполуки, більшість з яких є канцерогенами. Такі сполуки можуть викидатися в ґрунт і ґрунтові води, що становить загрозу для здоров'я людей і природи [4].

Переробка гумових шин включає в себе такі кроки:

1. Вирізання бортового кільця.
2. Грубе подрібнення.
3. Середнє подрібнення отриманих частин.
4. Подрібнення на частки різного розміру.
5. Розсівання крихти з відділенням корду.

Ці етапи виконуються за допомогою високотехнологічного обладнання на спеціалізованих підприємствах [4].

Використання переробленої гуми та пластмасових виробів може бути застосоване у виробництві композитних матеріалів. Композиційні матеріали представляють собою особливий тип конструкційних матеріалів, в яких наявний наповнювач. У нашому випадку, цим наповнювачем є пісок та гума, які змішуються з полімером шляхом нагріву до високої температури.

Таблиця 1

Результати дослідження зразків на стискування.

№	Міцність при стисканні, МПа				
	50/50	60/40	70/30	80/20	100
1	22,00	19,75	15,6	12,65	10,45
2	21,98	21,00	16,73	13,95	9,12
3	22,47	19,10	18,15	14,80	10,00
Середнє	22,15	19,95	16,8	13,8	9,85
max	22,47	21,00	18,15	14,80	10,45
min	21,98	19,10	15,6	12,65	9,12

Вміст наповнювача може коливатися від 40% до 80%.

Полімерні композиційні матеріали, придатні для виготовлення деталей за допомогою лиття під тиском, екструзії або пресування, складаються з трьох основних компонентів: органічного або мінерального наповнювача, синтетичних або органічних термопластів або їх комбінацій та комплексу хімічних добавок, які покращують властивості кінцевого продукту [5].

На сьогоднішній день композиційні матеріали головним чином використовуються для виробництва деталей сайдингу, систем огороження, транспортних палет, віконної фурнітури та інших виробів. Дослідження також проводяться щодо можливого використання композитних матеріалів у проектах, таких як залізничні шпалери та полімерні балки.

Під час випробувань дослідних матеріалів на стискання було встановлено, що найвищі показники отримані у зразках з вмістом піску, гуми та полімеру на рівні 50%.

Таблиця 2 містить результати стиснених випробувань зразків, із якої можна взнати, які значення межі текучості матеріалу та деформації зразка відповідають певному зусиллю.

Таблиця 2

Результати випробування зразків на стиск.

Деформація <i>L</i> , мм	Зразки, зусилля, МПа				
	50/50	60/40	70/30	80/20	100
1	100	85	63	42	29
2	190	163	134	104	71
3	192	185	159	129	96
4	181	172	163	144	94
5	186	169	161	135	90

З графіка помітно, що відбувається зниження границі текучості зразка матеріалу за зменшенні наповнювача (піску) від 50/50 до 100/0 в суміші в межах 196,13 ... 98,06 МПа [5].

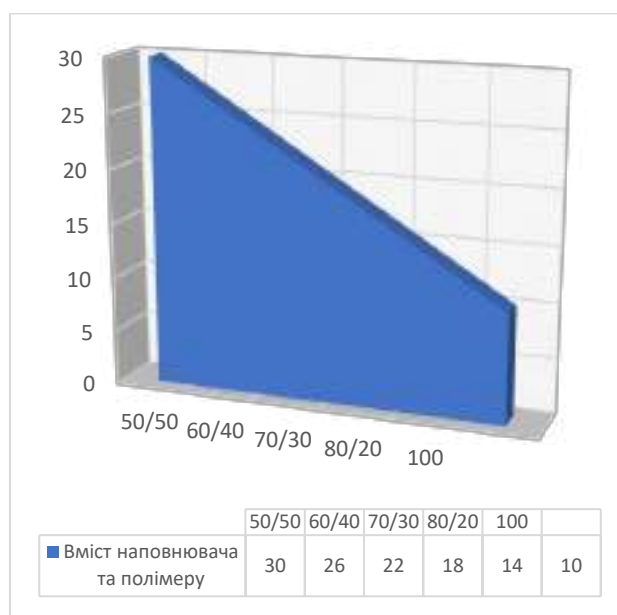


Рис. 3. Залежність межі текучості матеріалу від вмісту полімеру в суміші.

Залежність границі текучості композитного матеріалу від вмісту в зразку полімеру та піску показані на рисунку 3

З графіку очевидно, що границя текучості матеріалу зменшується за зменшення вмісту наповнювача (піску та гуми) від 50/50 до 100/0 в суміші в межах від 196,13 ... 98,06 МПа.

Значення зношування композитного матеріалу залежно від тривалості впливу випробування, відсоткове співвідношення піску, гуми та полімеру в композитній суміші показано в таблиці 3.

Таблиця 3

Залежність ступеню зношування зразка від часу випробування і складу композиту.

Співвідношення компонентів	№ по порядку	Час дослідження, хв	Знос, г	Висота зразку, мм
50/50	1	360	0,01	20,10
	2	720	0,03	20,07
	3	1080	0,06	20,01
70/30	1	360	0,03	20,65
	2	720	0,06	20,5
	3	1080	0,11	20,40
100	1	360	0,07	20,48
	2	720	0,14	20,32
	3	1080	0,20	20,20

Аналіз показує, що зразки, виготовлені із чистого полімеру, демонструють найвищий рівень зношування, досягаючи 0,07 г за 360 хв. З іншого боку, зразки з композитного матеріалу, де співвідношення компонентів становить 50/50, проявляють мінімальний рівень зношування, всього 0,01 г за 360 хв.

Результати випробування представлені у вигляді графіка, який показує відношення ступеня зношування до пройденого шляху зношування для різних співвідношень між полімером і піском: 50/50, 70/30 і 100/0.

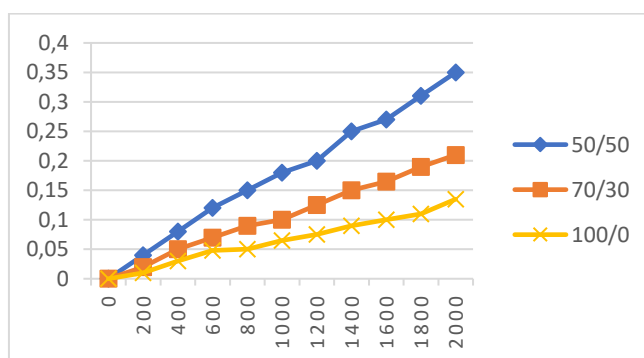


Рис. 4. Графік залежності зношування композитного матеріалу від пройденого шляху тертя.

Висновки. Використання виробництвом полімерних і гумових відходів, включаючи їх переробку вторинного гранульованого матеріалу або створення виробів, є ключовим компонентом виробничого процесу. Ця практика принесла значні екологічні та економічні переваги під час виготовлення продуктів.

Переробка полімерів і гуми є складним і високотехнологічним процесом, що включає використання різноманітного обладнання, такого як дробарки, агломератори, гранулятори, екструзійні машини і піролізні установки.

Деякі відходи, які утворюються під час виготовлення, переробки і використання полімерів, можуть бути регенеровані до початкових синтезованих продуктів і повернуті у промисловість.

Методи і параметри технологічної обробки значно впливають на властивості готових продуктів.

Технологія виготовлення композиційних матеріалів включає в себе вивчення впливу наповнювачів, таких як пісок і гума, на фізико-механічні характеристики синтетичних полімерів, що може призвести до зміни їх фізико-механічних властивостей.

Список використаних джерел

1. Щороку українці створюють близько 11 мільйонів тонн сміття: веб-сайт. URL: <http://www.vin.gov.ua/news/ostanni-novyny/18961-shchoroku-ukraintsi-stvoriuiut-blyzko-11-milioniv-ton-smittia> (дата звернення 04.09.23).

2. Утилізація гуми і автомобільних шин веб-сайт. URL: <https://ua.waykun.com/articles/utilizacija-gumi-i-avtomobilnih-shin.php> (дата звернення 04.09.23).

3. Паладійчук Ю.Б., Телятник І.А. Обґрунтування методів переробки полімерних відходів в агропромисловому комплексі. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. Випуск 4 (115). 2021. С.97-108.

4. Телятник І.А. Підвищення ефективності використання полімерних відходів шляхом удосконалення технології переробки. *Збірник студентських наукових праць «Сільськогосподарські науки»*. 2021. №1(1) С.125-130).

5. Paladiiichuk Y., Telyatnik I. Rationale for popularization of processing of polymer waste from tires in industry. *Modern engineering and innovative technologies*. 2022. № 18. Part 1. P 3-22. DOI: 10.30890/2567-5273.2022-19-01-019. <https://www.moderntechno.de/index.php/meit/issue/view/meit19-01/meit19-01>

Вадим ПРОЦЬКІВ³,

студент 2-го курсу,

факультет агрономії та лісівництва,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ОБґРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

Анотація. У даній статті проведено дослідження які спрямовано на отримання нового технічного засобу для смугового способу хімічного обприскування просапних культур. Дослідження дозволять знизити норму

³Науковий керівник – к.т.н., доцент Бабин І.А., кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

внесення розчинів хімічних добрив, зменшити кількість проходів агрегату при обробітку соняшнику, покращити якість обприскування культури та підвищити економічну ефективність оброблюваної продукції, знизити забруднення ґрунту за рахунок перерозподілу робочого розчину, що і визначає теоретичну та практичну актуальність роботи.

Annotation. In this article, research was conducted aimed at obtaining a new technical means for the strip method of chemical spraying of row crops. Research will allow to reduce the rate of application of chemical fertilizer solutions, reduce the number of passes of the unit during sunflower cultivation, improve the quality of crop spraying and increase the economic efficiency of processed products, reduce soil pollution due to the redistribution of the working solution, which determines the theoretical and practical relevance of the work.

Вступ. Операція хімічного захисту – це комплекс боротьби зі шкідниками та хворобами. Метою операції є отримання високих результатів навіть у важкодоступних місцях, оскільки шкідники можуть завдати шкоди врожаю до 20 % і більше. До хімічного захисту рослин відноситься операція обприскування, мета якої нанесення робочого розчину хімічного препарату на оброблювану поверхню.



Рисунок 1. – Класифікація процесу обприскування за способами застосування

Інтенсифікація процесів у сільському господарстві показує необхідність чіткої класифікації процесу обприскування, оскільки від цього залежить ефективність і якість робіт, що позначаються на окупності та рентабельності виробництва

Як показано на рисунку 1, процес обприскування можна класифікувати трьома основними способами застосування. Тільки правильне поєднання цих способів буде призводити до досягнення максимального ефекту. Розглянемо докладно класифікацію з визначенням переваг та недоліків.

За способом суцільного обприскування виділяють два способи: штангове, яке в свою чергу включає наземне і авіаційне обприскування, і дистанційне [1].

Систематизація всіх переваг і недоліків операції в даному напрямку показує, що найбільш прийнятним критерієм для обприскування просапних культур є об'ємне обприскування за рахунок явних переваг: високої дисперсності крапель та високої продуктивності машин із внесенням 200 л/га.

Мета статті полягає в обґрунтуванні технологічного процесу смугового обприскування посівів соняшнику за рахунок обґрунтування конструктивних параметрів робочого органу обприскувача.

Виклад основного матеріалу. Вибираючи обприскувач для обробки сходів соняшнику, слід звертати обов'язкову увагу на експлуатаційні характеристики обприскувача. Оскільки ціна помилки при неправильному виборі та застосуванні обприскувача може бути дуже високою. Усі важливі технологічні схеми обприскувачів поділяються залежно від подачі, дозування та розпилення рідини над рослинами. За своєю технічною реалізацією операцій та обладнанням створено багато конструктивних різновидів обприскувачів. При цьому принцип дії обприскувачів постійно вдосконалюється, оскільки існують умови обмеження застосування [2].

Ефективність дії обприскувача залежить від правильного вибору. На вибір обприскувача спочатку впливає велика кількість факторів: конфігурація поля, бюджет господарства, культура, що вирощується, наявність вільних тракторів у господарстві. Так за способом агрегування найбільш економічними є причіпні, напівпричіпні та навісні обприскувачі. Вони вимагають додаткових енергетичних установок, отже, і додаткових витрат. Самохідні обприскувачі частіше використовуються у великих господарствах, такий технічний засіб буде затребуваний весь сезон і витрати на його придбання швидко окупляться.

Визначальним при виборі обприскувача є диференціація за ступенем дисперсності розпилу. Ультрамалооб'ємні обприскувачі до 25л/га, малооб'ємні обприскувачі 75-200 л/га, повнооб'ємні 200-300 л/га. Вибір системи розпилення більшою мірою залежить від кліматичних умов.

Головна вимога до обприскувачів – це проведення рівномірного, без пропусків і повторів обробку при економічній витраті препаратів. Щоб ця вимога дотримувалася, необхідно забезпечувати рівномірність обробку за довжиною та шириною поля [2]. При цьому систему подачі обприскувача штанги налаштовують таким чином, щоб концентрація робочої рідини в баку залишалася постійною, допустимі відхилення становлять 5%. Спорожнення бака під час обприскування повинне відбуватися на 95%. Також суттєвою вимогою є потрапляння крапель на верхню пластину листа в межах 80% розчину, а на нижні яруси листя соняшнику – 60%. По ширині обприскувача штанги відхилення не повинні бути більше 25%, а по довжині проходу штангового обприскувача – 20%. Різниця між об'ємом рідини, що виливається, з розпилювачів становить не більше 5%. Для дотримання всіх цих вимог логічним залишається застосування на високостеблових культурах, таких як соняшник, систем розпилу з нормою внесення не менше 200 л/га. При цьому необхідно вибирати розпилювачі, які формують краплі від 200 мкм. У свою чергу, проводилося багато досліджень з приводу того, що краще знизити норму виливу на оброблювану рослину або зменшити концентрацію препарату в розчині [3].

Норма внесення, що припадає на одну рослину, завжди перебуває у тісному взаємозв'язку з системою розпилу та низкою зовнішніх факторів, безпосередньо, що впливають на якість обприскування. Якщо знижувати норму виливання розчину на культуру, то ефекту захисту соняшнику від хвороб і шкідників може і не відбутися, тому що краплі, що вийшли із системи розпилу, просто не досягнуть своєї цілі. При обприскуванні слід враховувати, що краплі

розпилювачів, що вийшли з форсунок, сильно залежать від напрямку вихрових потоків повітря. Змінюючи напрямок, повітря змінює і траєкторію руху краплі, що призводить до того, що краплі осідають не на культурі, а на ґрунті. Тому не рекомендується проводити обприскування за вітряної погоди. Сприятливою умовою є вітер 3-5 м/с. При підвищеній вологості відбуватиметься забір води повітрям із крапель робочої рідини. При цьому ефект той самий, що й при сильному вітрі – неякісний обробіток.

Крім цих факторів, на якість розпилювання штангових обприскувачів впливають вертикальні переміщення штанги. Оптимальна відстань під час роботи обприскувача від ґрунту до форсунки становить 0,5 м. Тобто чим нижча висота штанги, тим простіше краплинам робочого розчину потрапити на рослину, але при цьому велика ймовірність зіткнення з ґрунтом. З іншого боку, зазнаючи переміщення через неоднорідний рельєф поля, збільшуються втрати робочого розчину в 2 рази через знос крапель вітром [3]. Якщо при проїзді по полю трактор з обприскувачем потрапляє в колію, то в зоні перекриття факелів розпилу з одного боку норма витрати робочої рідини збільшуватиметься на 40%, а в інших зонах зменшуватиметься на 30%, що призводить до неправильного перерозподілу потоку рідини на культурних рослинах, загибелі врожаю та збільшення зростання бур'янів.

Обробіток посівів соняшнику з дотриманням усіх агротехнічних факторів слід проводити за допомогою штангового обприскувача, що дозволяє раціонально розподілити робочий розчин препарату, що вноситься, з нормою внесення 200 л/га, зменшуючи концентрацію розчину з постійною нормою внесення на рослини при швидкості вітру 3 м/с температурі повітря нижче 25°C, із встановленими розпилювачами на висоті 50 см, у ранкові, вечірні години або похмуру погоду. Однак навіть при дотриманні всіх вимог якість обприскування може не відповідати бажаному результату. Так як вертикальні переміщення штанги мають значний вплив навіть за наявності встановлених стабілізаторів переміщення та датчиків, які підтримують задану висоту штанги. Обприскування дуже залежить від агротехнічних умов, недотримання яких може призводити до економічних, технічних втрат врожаю та зниження показників ресурсозбереження [3].

Неправильно обрана технологія може спричинити великий відсоток загибелі врожаю. Тому важливо правильно розподіляти робочий розчин під час операції захисту рослин. Сьогодні суцільний обробіток соняшнику не в повному обсязі відповідає всім запитам якості обприскування.

На рисунку 2 представлено технологічну схему впливу переміщення штанги обприскувача з урахуванням кута розпилу робочої рідини форсункою, розташованої над рослиною, на величину зони розподілу. Переміщення штанги відповідають 300 мм, при цьому для форсунок з кутом розпилу 65° зона обприскування у смузі збільшується з 634 мм до 1018 мм. Для форсунок з кутом розпилу 80° зона обприскування при таких переміщеннях складе від 829 мм до 1331 мм. Тобто збільшення ширини оброблюваної смуги становитиме 38%, що призводить до неефективного витрачання розчину, необґрунтованого забруднення ґрунту та механічного ушкодження рослин.

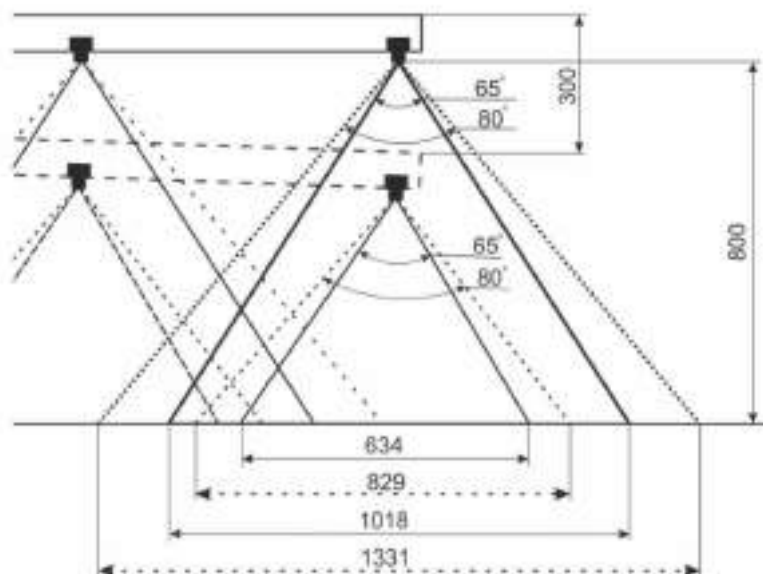


Рисунок 2. – Технологічна схема впливу переміщень штанги серійного обприскувача та кута розпилу форсункою робочої рідини

В даний час застосовуються пристрої для смугової обробки просапних культур, що дозволяють стабілізувати смугу, що обробляється.

Для хімічного обробітку рослин застосовують пристрої, що створюють турбулентно-вихровий рух. При цьому розчин розпорошується в ізольованих один від одного укриттях тунельного типу над рядами культури та міжряддями.

Щоб підвищити ефективність застосування використання ЗЗР (засобів захисту рослин), необхідно змінювати технологію як безпосереднє нанесення розчину на рослину з урахуванням застосування всіх особливостей росту та розвитку просапних культур.

Нами запропоновано новий технологічний процес внесення рідких засобів (тобто засобів захисту від хвороб та шкідників, мінеральних, комбінованих добрив) методом обприскування при вирощуванні високостеблових культур, який включає розпилення робочого розчину над рядами рослин. Розпилення здійснюють бічними форсунками, розташованими над міжряддями та з орієнтованими назустріч один одному конусами розпилу для форсунок 65-80 градусів. При цьому кут перетину між їхніми верхніми краями становить менше 180 градусів, а нижні краї знаходяться в зоні абрису проєкції ряду рослин на ґрунт. Для форсунок з кутом розпилу 65° та 80° схема смугового способу нанесення розчину на рослину представлена на рисунку 3. Застосування даного способу бічного розпилу сприяє перетворенню потоків розпилу від кожної форсунки в новий стабільніший потік при їх злитті. Новий потік має більш постійні геометричні параметри, а також більш вигідно відрізняється за параметром сталості розмірів оброблюваної смуги в залежності від переміщень штанги з 557 мм до 555 мм для форсунок з кутом розпилу 65°, для форсунок з кутом розпилу 80° відхилення 593 мм. до 589 мм. Тобто запропонований спосіб дає можливість досягти рівномірної обробітку смуги незалежно від вертикальних переміщень штанги під час руху [4].

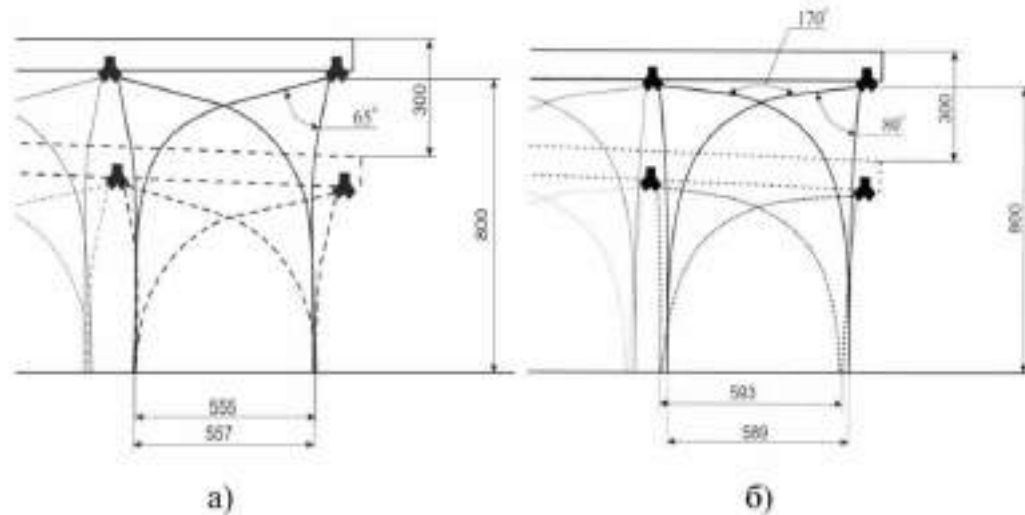


Рисунок 3. – Схема смугового способу обприскування для форсунок з кутом розпили 65° і 80° : а) кут розпили 65° ; б) кут розпили 80°

Отже, технологічні особливості нового способу нанесення розчину на рослини полягають у зниженні лінійного розміру конуса розпили на поверхні ґрунту з 1018 мм до 555 мм для форсунок з кутом розпили 65° на 45,5%, нерівномірність розпили форсунки складе при вертикальному розпили 37,7%, при бічному розпили, в межах 1%. Для форсунок з кутом розпили 80° зниження лінійного конуса розпили становитиме з 1331 мм до 589 мм на 57,7%, нерівномірність розпили форсунки становитиме при вертикальному розпили 37,7%, при бічному розпили, в межах 1%. Таким чином, для різних кутів формуватиметься більш стабільний потік.

До використання технології локального застосування ЗЗ та живлення рослин відносяться стрічкове та гніздове застосування робочих розчинів за об'єктами впливу. Стрічковий спосіб широко використовується для обробки просапних культур від хвороб та шкідників. Його переваги полягають у тому, що робоча рідина наноситься тільки на рослини, що підлягають обробці, при цьому знижується витрата препарату і як наслідок – зниження вартості обприскувача, а також зниження накопичення хімічного препарату у ґрунті при інтенсивному використанні. Цей ефект досягається за рахунок застосування спрямованого обприскування при зміні орієнтації факела розпили щодо культурної рослини.

Найчастіше спрямоване обприскування застосовується для таких культур, як соняшник, тобто для тих рослин, які мають високе прямостояче стебло. Якщо висота рослини перевищує висоту бур'янів, то при такому обприскуванні розчин направляють на нижню частину культурної рослини, а стебло, листя, пагони залишаються необробленими.

Спрямоване обприскування використовується для внесення рідких препаратів на посівах соняшнику. При цьому кут розпилення спрямований на культурну рослину.

Висновок. Підвищення рентабельності хімічного обробки посівів соняшнику може бути досягнуто за рахунок виконання нового способу нанесення розчину на культуру з використанням модернізованого технічного засобу – утримувачів форсунок для обприскувача штанги. При обприскуванні

соняшнику із застосуванням способу смугового хімічного обробітку просапних культур кількість розчину та діючої речовини перерозподіляється на міжряддя та смугу, що обробляється, що є важливим фактором ресурсозберігаючої технології.

Розроблений спосіб смугового хімічного обробітку просапних сільськогосподарських культур з використанням модернізованих утримувачів для обприскувачів дозволяє виробникам сільськогосподарської продукції проводити обробіток посівів, відчутно оптимізуючи при цьому прямі операції та витрати на ЗЗР, що вносяться обприскувачем.

Список використаних джерел

1. Чорний С.Г. Основи агрономічної хімії: навчальний посібник: Миколаїв, МНАУ, 2020. 284 с
2. Базалій В.В., Зінченко О.І., Лавриненко Ю.О. Рослинництво: підручник. Херсон, 2015. С. 353-371.
3. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк., Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. Київ: «Агроосвіта», 2015. 679 с.
4. Калетнік Г. М., Черниш О. М., Березовий М. Г. Використання сучасних методів механіки для сільського господарства. *Збірник наукових праць ВНАУ*: Вінниця, 2011. Т1 (65). С.8-18.
5. Про захист рослин: Закон України від від 05.04.2015 р. № 180-XIV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/180-14#Text> (дата звернення 5.05.23р.)

Олексій ЖУПАНОВ⁴,
студент 4-го року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ

***Анотація.** У статті поставлена мета підвищити продуктивність та довговічність одного з основних видів обладнання м'ясопереробної промисловості – кутера шляхом покращення напружено-деформованого стану ножів та підвищення різальної здатності ножової головки за рахунок конструктивного вдосконалення.*

Були одержані кількісні показники деформованого стану ножів, які використані для визначення напружень, що виникають в ножах під час кутерування; розроблені рекомендації щодо конструктивного виконання ножів кутера задля забезпечення їх високої жорсткості при коливаннях.

⁴Науковий керівник – к.т.н. доцент Полевода Ю.А. кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв.

Запропоновано нову конструкцію корпусу ножового вала кутера з гідродинамічними підшипниками ковзання, яка забезпечує суттєве підвищення питомої продуктивності кутера.

Annotation. *The article aims to increase the productivity and durability of one of the main types of equipment of the meat processing industry - the cutter by improving the stress-deformed state of the knives and increasing the cutting capacity of the knife head due to structural improvement.*

Quantitative indicators of the deformed state of the knives were obtained, which were used to determine the stresses arising in the knives during cutting; developed recommendations for the constructive performance of cutter knives to ensure their high rigidity during oscillations.

A new design of the knife shaft housing of the cutter with hydrodynamic sliding bearings is proposed, which provides a significant increase in the specific productivity of the cutter.

Вступ. Широке використання кутерів, висока їх вартість та значення для кількості та якості виготовленої продукції обумовлює необхідність подальшого пошуку шляхів підвищення економічної ефективності їх використання. Найбільш раціональним може бути такий підхід, при якому беруться до уваги усі наявні чинники понесення матеріальних та інших витрат при експлуатації цих машин. Для розвитку українського харчового машинобудування особливо актуальним є пошук шляхів вдосконалення кутерів вітчизняних марок. Вирішення цієї задачі і є метою даної роботи [1, 2, 4].

Виклад основного матеріалу. Кутер є ротаційною м'ясорізальною машиною, призначеною для остаточного тонкого подрібнення і приготування фаршу варенокопчених, напівкопчених, сирокочених, варених, ліверних ковбас, а також сосисок і сардельок.

На кутері допускається подрібнення охолодженого від мінус 1 до мінус 5°C м'яса на шматках не більш 0,5 кг, а також заморожених блоків розміром 190×190×75 мм, температура їх не повинна бути нижчою мінус 8°C.

Кутер повинен експлуатуватися в закритих виробничих приміщеннях з температурою в робочій зоні в холодний період року +13–19°C, в теплий період року +15–26°C і з відносною вологістю повітря не більше 75%.

Як відомо, використання підшипників ковзання із гідродинамічним мащенням (рис. 1) дозволяє ефективно гасити вібрації ротору, що в даному випадку (що пропонується) дозволяє виконувати станину (корпус) кутера меншої маси та меншої жорсткості ніж у випадку використання підшипників кочення (за відомими аналогами). Це дає можливість виготовляти корпус кутера зварним, а не литим (виготовляти кутери в умовах малих підприємств).

Використання підшипників ковзання та ножової головки вказаної конструкції (рис. 2) дозволяє збільшити коефіцієнт завантаження чаші кутера. Для кутера Л5-ФКБ при незмінному значенні d значення D зменшилось від 115 мм до 85 мм, значення l із 90 до 52, а значення L від 100 до 70 мм, що призведе до збільшення коефіцієнту завантаження чаші від 0,6 до 0,75, або до умовного збільшення об'єму чаші із 250 л до 312 л при незмінному коефіцієнті завантаження чаші 0,6.

Список використаних джерел

1. Некоз О. І., Батраченко О. В. Проектування м'ясорізальних вовчків: навч. посіб. Черкаси: ЧДТУ, 2014. 221 с.
2. Батраченко, О., Вербицький, С. Науково-винахідницький біном, як концептуальна основа технічного удосконалення конструкцій м'ясорізальних вовчків і кутерів. *Продовольчі ресурси*. 2018. 6 (10). С. 13-27.
3. Некоз О. І., Батраченко О. В., Філімонова Н. В. Особливості гідродинаміки м'ясної сировини при її подачі шнеком вовчка. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2017. № 5. С. 37-41.
4. Тертишний О. О., Півоваров О. А., Кошулько В. С. Механічні процеси та обладнання харчових виробництв: Навчальний посібник. Дніпро: ДДАЕУ, 2022. 351 с.
5. Борисяк Д. В., Твердохліб І. В., Полевода Ю. А. Особливості вібродіагностики низькооберткових підшипників кочення. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2013. № 4 (72). С. 56–60.

Дарина ПАВЛЮК⁵,
студентка 3 курсу,
Інженерно-технологічного факультету,
Вінницького національного аграрного університету
Вінниця, Україна

МАШИНА ДЛЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ДЕРЕВИНИ В САДАХ

***Анотація.** Сучасна екологічна проблематика та необхідність збереження природних ресурсів ставлять перед сільськогосподарськими господарствами важливе завдання – раціонально використовувати ресурси та мінімізувати відходи. Однією з ключових галузей, де це завдання має велике значення, є садівництво. Дослідження спрямоване на розробку та аналіз можливостей використання машини для оптимальної обробки відходів деревини в садах. Машина призначена для подрібнення гілок, стовбурів, інших частин дерев, що залишаються після обрізки дерев та кущів. Отримана деревина може бути використана для виробництва органічного компосту, який може бути повернутий в ґрунт для підживлення рослин. Такий підхід дозволяє ефективно використовувати відходи садівництва та зменшує потребу в дорогих добривах.*

***Ключові слова.** подрібнення, збирання, заробка.*

***Annotation.** Modern environmental issues and the need to preserve natural resources pose an important task for agricultural farms - to use resources rationally and minimize waste. One of the key sectors where this task is of great importance is*

⁵Науковий керівник – к.т.н., доцент Швець Л.В., кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

horticulture. The research is aimed at developing and analyzing the possibilities of using a machine for optimal processing of wood waste in gardens. The machine is designed to grind branches, trunks, and other parts of trees that remain after pruning trees and shrubs. The resulting wood can be used to produce organic compost, which can be returned to the soil to fertilize plants. This approach allows for efficient use of horticultural waste and reduces the need for precious fertilizers.

Key words. *grinding, collecting, earning.*

Вступ. Сучасне сільське господарство стикається з рядом серйозних викликів, серед яких ефективне використання ресурсів та екологічна сталість відіграють ключову роль. Садівництво, як важлива галузь агропромислового виробництва, не є винятком. Вирощуючи фрукти, ягоди та інші сільськогосподарські культури, садівники також стикаються з проблемою управління відходами, зокрема відходами деревини, що залишаються після обрізки дерев та кущів. Ця проблема вимагає інноваційних та раціональних рішень. Машина для раціонального використання відходів деревини в садах може стати важливим кроком у напрямку створення більш ефективних та екологічно чистих сільськогосподарських систем. Вона дозволяє перетворити відходи деревини на цінний ресурс, що може бути використаний для виробництва органічного компосту та збагачення ґрунту необхідними елементами. При цьому, такий підхід сприяє зменшенню кількості відходів, що потрапляють на смітницю, та мінімізує негативний вплив садового господарства на навколишнє середовище.

Основна частина. Кожен власник садових насаджень стикається з необхідністю утилізації рослинних відходів. Кращий спосіб позбавитися від опалого листя, сухої трави і зрізаних гілок надає садовий подрібнювач. Оскільки цей вид допоміжної техніки ще тільки набирає популярність серед власників господарств.

Машина для раціонального використання відходів деревини в садах є інноваційною технологією, яка допомагає оптимізувати обробку та використання деревинних відходів у сільському господарстві.

Проблема відходів деревини в садах: Під час обрізки дерев та кущів у садах та виноградниках утворюються значні обсяги відходів деревини, таких як гілки, стовбури, та інші частини рослин. Традиційно ці відходи викидаються на сміттєві полиці або спалюються, що призводить до втрати цінного матеріалу та забруднення повітря. [1, 2]

Машина для переробки відходів деревини: Машини для раціонального використання відходів деревини в садах спроектовані для подрібнення та переробки цих відходів. Вони можуть розмелювати гілки, стовбури та інші частини деревини в дрібну стружку або компост. Деякі моделі також можуть сортувати матеріали на різні фракції.

Використання отриманої продукції: Основним призначенням машин для раціонального використання відходів деревини є виробництво органічного компосту, біопалива, або інших цінних матеріалів.

Одним із варіантів переробки деревини є її *газифікація* - процес, що полягає у перетворенні твердої сировини на газоподібне паливо. На відміну від

згоряння, ця технологічна операція відбувається за обмеженого надходження повітря в газогенераторну установку, достатнього тільки для утворення оксиду вуглецю.

Газифікація охоплює два основні процеси: прямий і обернений. Під час протікання першого рух газів у газогенераторі відбувається в напрямку знизу вгору. Тобто повітря проходить в установку через спеціальний отвір - піддувало, розташоване під колосниковою решіткою, а через верхню частину пристрою виводяться продукти, отримані в результаті газифікації.

В установках, що працюють за оберненим принципом, рух газів здійснюється в протилежному напрямку: зверху вниз. Підведення повітря здійснюється через отвір над колосниковими ґратами, а продукти газифікації виходять у нижній частині генератора [3, 4].

Основною метою цього типу переробки є отримання горючого газу, що використовується для отримання енергії з одночасною утилізацією відходів лісопереробки. Найпоширенішими прикладами практичного застосування газифікації є газогенераторні твердопаливні котли, а також двигуни внутрішнього згоряння тощо.

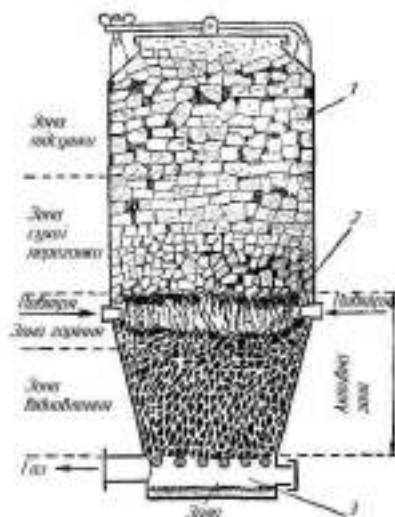


Рисунок 1- Процес Газифікації деревини, газогенератор МСД.

Органічний компост може бути використаний для живлення рослин та підвищення родючості ґрунту, що сприяє збільшенню врожайності.

Також ще одним із поширених методів переробки деревини є її *гідроліз*, специфічний процес, під час якого деревна сировина піддається впливу слабких кислот. На промисловому виробництві реакції гідролізу протікають у спеціальних пристроях - автоклавах, куди поміщається вихідна сировина, сірчана кислота і пара.

В автоклаві створюються певні умови (підвищена температура і рівень тиску), унаслідок поєднання яких із впливом кислоти відбувається розкладання целюлози і геміцелюлози, що є основними компонентами деревини. Під час протікання цього процесу утворюються розчини простих цукрів, які у твердому стані містять лігнін і леткі речовини.

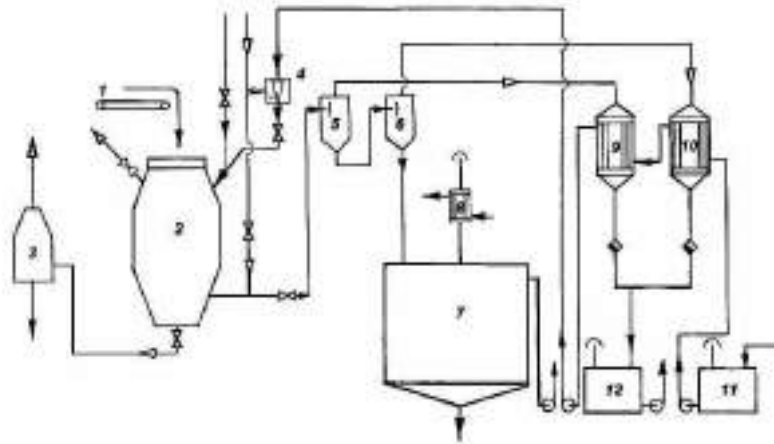


Рисунок 2- процес Гідролізу деревини

Тверда частина деревини, лігнін, є побічним продуктом цього виду переробки. Її відокремлюють від маси загального розчину, який направляють у випарник, де з нього виділяють фурфурол, пари оцтової та мурашиної кислот і метилового спирту. [5]

Після цього в решту розчину вводиться гашене вапно, що нейтралізує сірчану кислоту, в результаті чого відбувається утворення гіпсового шламу і очищених цукристих речовин. Ці речовини відправляються на подальшу переробку, піддаючись бродінню, після чого з них виділяється етиловий спирт 1,2-1,6%.

Екологічні переваги: Використання машин для раціонального використання відходів деревини сприяє зменшенню негативного впливу сільського господарства на довкілля. Відходи перетворюються на корисні ресурси, а не забруднюють навколишнє середовище через спалювання або завалище.

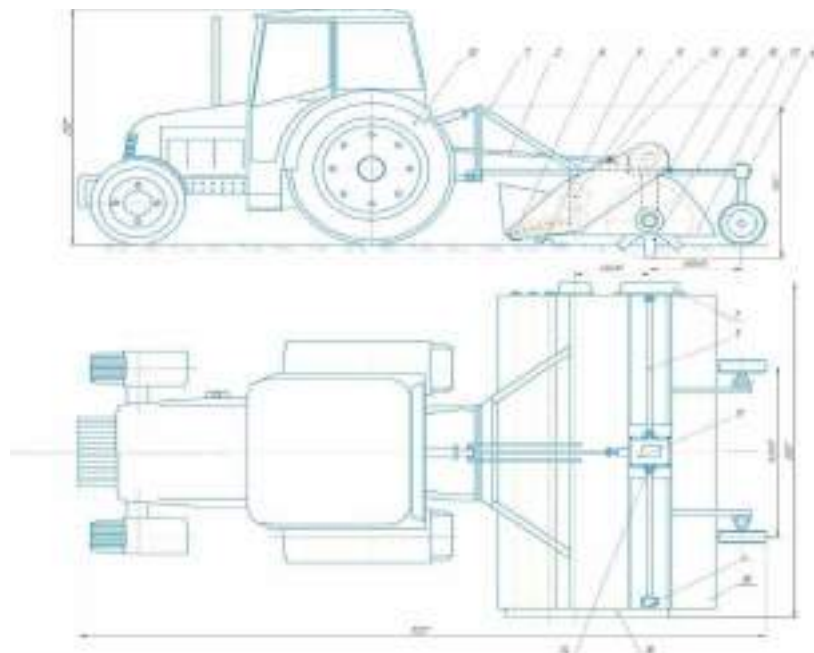


Рисунок 3 – Проектна машина: 1 – Бортовий редуктор; 2 – вал карданний; 3 – вал поперечний; 4 – вузол підшипниковий; 5 – лижа; 6 – опорне колесо; 7 – навісний пристрій; 8 – подаючі вальці; 9 – подрібнювач; 10 – рама; 11 – редуктор конічний; 12 – трактор; 13 – муфта запобіжна; 14 – муфта з'єднувальна; 15 – фреза; 16 – щиток захисний; 17 – щиток боковий; 18 – щиток відбивний.

Економічна вигідність: Впровадження таких машин може зменшити витрати на вивезення та обробку відходів деревини, а також підвищити продуктивність та прибутковість сільськогосподарських господарств.

Пропонуємо проектну універсальну садову машину, що призначена для збору і подрібнення зрізаних гіляк саду із одночасною заробкою подрібненого матеріалу в ґрунт міжряддя садових насаджень.

Пректна машина складається із рами 10 (рисунок 3), на якій змонтовані робочі органи машини. Машина є навісною і кріпиться до трактора навісним пристроєм 7, зрізане бадивля дерев підбирається подаючими вальцями 8, для регулювання висоти піднімання та копіру ґрунту на рамі встановлені дві лижі – копії 5, подрібнюється обрізана деревина двохвальцевим подрібнювачем 9. Подрібнений матеріал викидається на зовню по поверхні ґрунту, потім заробляється фрезою 15 на глибину 7 – 18 см, глибину обробки ґрунту регулюють опорними колесами 6. Докладніший принцип роботи проектної машини показаний на рисунку 2.

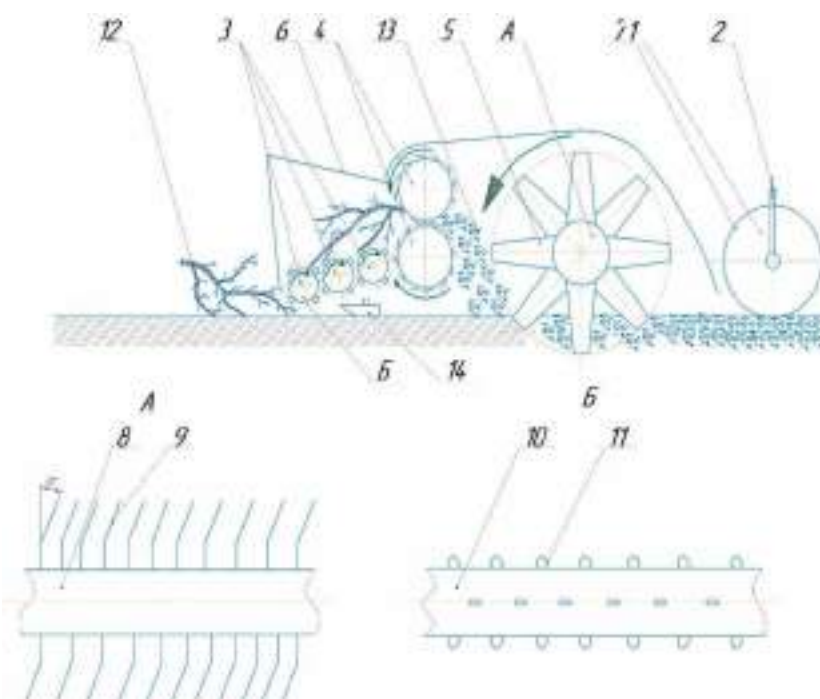


Рисунок 4 – Будова та робота проектної машини: 1 – Опорне колесо; 2 – Регулюючий гвинт глибини обробки ґрунту; 3 – подаючі вальці; 4 – подрібнюючий пристрій; 5 – фреза; 6 – приймальний щиток; 7- відбивний щиток; 8 – вал фрези; 9 – ніж; 10 – вал подаючого вальця; 11 – скребок; 12 – обрізки деревини; 13 – подрібнені обрізки; 14 – копір рельєфу ґрунту.

На рисунку 4 наведена робота проектної машини. Бадивля 12 подаючими вальцями 3 піднімають обрізки із ґрунту та направляють до подрібнювача 4. Подаючі вальці складаються із трубчастого вала 10 та скребок, якими захоплюється обрізана деревина. Подрібнюючий пристрій (рисунок 5) складається із двох зчісуючих вальця, на яких кріпляться ножі. При подачі матеріалу під вальці, при їх обертанні ножами зчісуються частинки деревини при зустрічному русі вальців. При подрібненні матеріалу відповідно конструкції подрібнювача робота може виконуватись при мінімальних оборотах подрібнюючих вальців.

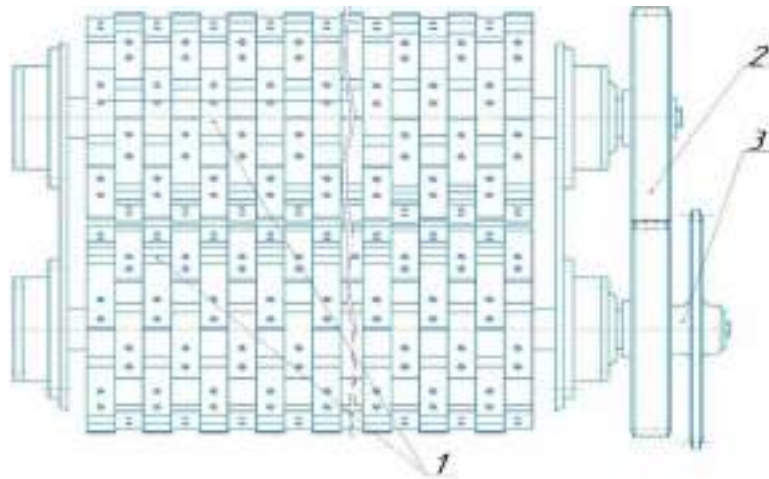


Рисунок 5 – Подрібнювач: 1 – Подрібнюючі вали; 2 – зубчаста передача; 3 – зірочка приводу валів

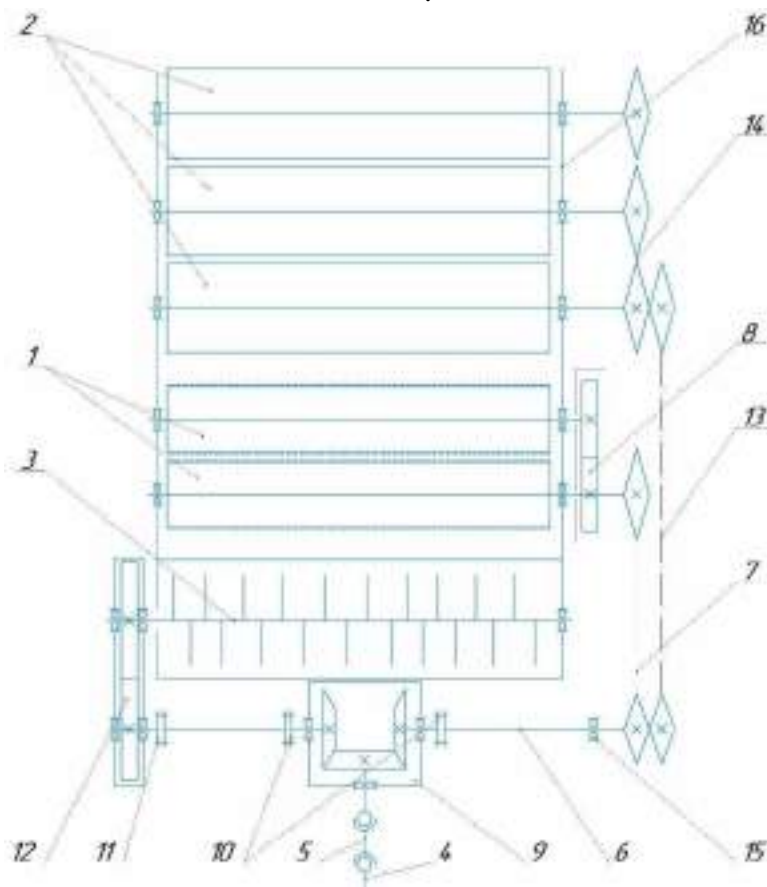


Рисунок 6 – Кінематична схема приводу робочих органів машини : 1 – Подрібнювач вальцевий; 2 – вальці подаючі; 3 – фреза; 4 – ВВП трактора; 5 – карданний вал; 6 – вал приводу подрібнювача і подаючих вальців; 7 – ланцюгова передача приводу подрібнювача; 8 – циліндрична зубчаста передача; 9 – конічний редуктор; 10 – муфта запобіжна; 11 – муфта з'єднувальна; 12 – редуктор бортовий; 13 – ланцюгова передача приводу подаючих вальців; 14 – ланцюгова передача вальців; 15 – підшипниковий вузол; 16 – корпус

Після попадання подрібненої маси на ґрунту вона заробляється фрезою (рисунок 4), яка складається із загнутих ножів для покращеного перемелювання ґрунту. Після фрезерної обробки міжрядь саду ґрунт збагачується киснем та поживними речовинами, які дадуть подрібнені частки деревини при її розкладанні.

Привод робочих органів машини здійснюється від ВВП трактора (рисунок 6).

Висновки. Машина для раціонального використання відходів деревини в садах представляє собою значущий інноваційний крок у сільському господарстві, спрямований на покращення ефективності виробництва та зниження негативного впливу на навколишнє середовище. З цим підходом до обробки та використання відходів деревини вдається досягти декількох важливих цілей.

По-перше, машина дозволяє максимально використовувати ресурси, які раніше розглядалися як сміття. Деревина, що залишалася після обрізки дерев та кущів, тепер може бути перетворена на органічний компост, який поповнює запаси поживних речовин у ґрунті та підвищує родючість.

По-друге, застосування таких машин сприяє зменшенню обсягів відходів, що потрапляють на смітниці, тим самим сприяючи збереженню довкілля і зменшенню негативного впливу на екосистему.

По-третє, використання машини для раціонального використання відходів деревини покращує ефективність сільськогосподарського виробництва, сприяючи зростанню врожайності та зниженню витрат на добрива.

Зазначена технологія стає важливим кроком у розвитку сталого та екологічно чистого садового господарства. Висновуючи, можна сказати, що впровадження машин для раціонального використання відходів деревини в садах вигідне з екологічної, економічної та сільськогосподарської точок зору, сприяючи створенню більш сталої та ефективної агропромислової галузі.

Список використаних джерел

1. Shrestha, B., & Sinha, A. An Investigation on Design and Fabrication of Portable Wood Chipper. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 2019. 13(4), 5564-5574.
2. Chauhan, A. K., Patel, V. K., Patel, S. S., & Patel, R. Development of Wood Chipper Machine. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 2015. 4(3), 1133-1141.
3. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2019. 647с.
4. Швець Л.В. Проектування технологічної лінії для виготовлення паливних гранул. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. Вип. 2 (97). С. 149-156.
5. Швець Л.В., Труханська О.О. Патент на корисну модель Універсальна машина для обрізки дерев. № 121770. Публікація відомостей 11.12.2017, Бюл. № 23.

Владислава НАГОРЯНСЬКА⁶,
студентка 3 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИСІВНОГО КОТУШКОВОГО АПАРАТУ МАШИНИ ДЛЯ РОЗСІЮВАННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

***Анотація.** В статті розглянуто напрям вдосконалення технологічного процесу і технічних засобів адаптованого внесення мінеральних добрив пневматичними штанговими машинами, шляхом обґрунтуванням висівного катушкового апарату машини. Для підвищення якості внесення мінеральних добрив запропоновано в центральній висівній системі пневматичної штангової машини для розсіювання твердих мінеральних добрив, використовувати в якості дозуючого елемента евольвентну катушку з похилим профілем жолобків, що дозволяє подавати частки добрив без пульсації через відсутність перемичок. Визначено та обґрунтовано раціональні конструктивні параметри дозуючого робочого органу.*

***Annotation.** The article examines the direction of improving the technological process and technical means of adapted application of mineral fertilizers by pneumatic bar machines, by substantiating the seeding coil apparatus of the machine. To improve the quality of mineral fertilizer application, it is proposed to use an involute coil with an inclined groove profile as a dosing element in the central seeding system of the pneumatic rod machine for spreading solid mineral fertilizers, which allows the application of fertilizer particles without pulsation due to the absence of jumpers. The rational design parameters of the dosing working body have been determined and substantiated.*

Вступ. Внесення органічних та мінеральних добрив є запорукою високих врожаїв сільськогосподарської продукції. Необхідно постійно вдосконалювати існуючі і проєктувати нові машини для їх внесення, більш продуктивніші, економічні з підвищеним ресурсом надійної роботи [1].

У світовій практиці майже 100 % машин використовуються з висівними апаратами розкидного типу. До серйозних недоліків таких машин відносять нерівномірність внесення мінеральних добрив по поверхні поля (25 %), а при несприятливих погодних умовах та змінні фізико-механічних властивостей цей показник може досягати понад 50 %. При високій нерівномірності врожайність постійно коливається, що викликає неодночасне дозрівання зернових культур, незадовільну роботу збиральних машин, а також накопичення нітратів в продукції на ділянках, які отримали підвищену дозу добрив.

⁶Науковий керівник – к.т.н., доцент Руткевич В.С., кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

Підвищення ефективності застосування мінеральних добрив може бути досягнуто використанням технічних засобів, розроблених на основі науково обґрунтованих технологічних і технічних рішень, що забезпечують адаптацію процесів до потреб вирощуваних культур в дозах і видах мінерального живлення.

Виклад основного матеріалу. В існуючій літературі по машинах для внесення твердих мінеральних добрив і в агровимогах на ці машини встановлюється поперечна нерівномірність і недостатньо повно описується поздовжня, створювана дозуючими системами з катушкою, що має перемички між пазами [1].

В основному ця нерівномірність викликана за рахунок того, що при обертанні катушки порції добрив у вивантажувальне вікно видаються у вигляді пульсуючого потоку з пазів, і чим ширше перемичка між пазами, тим більша пульсація внесеного добрива.

Використання такої катушки призводить найчастіше до руйнування частинок добрив при взаємодії їх ребер зі стінками бункерів в зоні вивантажувального отвору. У зв'язку з цим рівномірна подача гранульованих мінеральних добрив в пази катушки висівного апарату з бункерів є одним з показників і умов рівномірного розподілу їх і розсіювання машинами.

Для реалізації технічного рішення запропонована конструкція дозуючого апарату з катушкою, де паз-виступ виконаний у формі евольвенти і похило під деяким кутом до вісі обертання валу катушки, і в якій перемичка як така відсутня, а западина і виступ плавно переходять один в одного. Як показали дослідження, катушка з похилими жолобами порівняно з прямими жолобами менше схильні до залипання в пазах, так як в процесі роботи в момент завантаження катушки добривами йде постійна їх завантаження під дією гравітаційних сил вище лежачого шару добрив, а також і за рахунок переміщення добрив по пазах катушки.

Продуктивність машини з катушковим дозуючим органом подібного типу може бути визначена за відомою залежністю як [6].

$$W = \rho n \gamma \quad (1)$$

де ρ – об'ємна маса добрив в пазах катушки, кг; n – частота обертання валу катушки, s^{-1} ; γ – величина розкриття заслінки висівного отвору на довжині катушки, мм.

Об'єм висіяних мінеральних добрив пов'язаний з робочим об'ємом пазів евольвентної катушки і складається з об'єму добрив винесених пазами ротора і добрив активного вище лежачого шару і мають вигляд:

$$V_p = V_{ж} + V_a \quad (2)$$

де V_a – об'єм активного шару добрив в пазах катушки, $см^3$; $V_{ж}$ – об'єм добрив в пазах катушки, $см^3$.

Величина $V_{ж}$ змінюється пропорційно об'єму пазів катушки і визначається наступною залежністю:

$$V_{ж} = \varphi_3 z s l p \quad (3)$$

де φ_3 – коефіцієнт заповнення пазів котушки; z – число пазів на котушці; s – площа поперечного перерізу паза котушки, см²; l_p – довжина робочої частини котушки, кг.

У нашому випадку для визначення площі паза евольвентної котушки скористаємося схемою, що представлена на рис.1. На рисунку заштрихованими лініями представлена загальна площа пазакотушки. Вона складається з суми трьох площ. При цьому площа фігури $ABCP$ визначиться як

$$S_{BACP} = S_{OBC} - S_{OAD} \quad (4)$$

або

$$S_{dach} = \frac{a}{2} \quad (5)$$

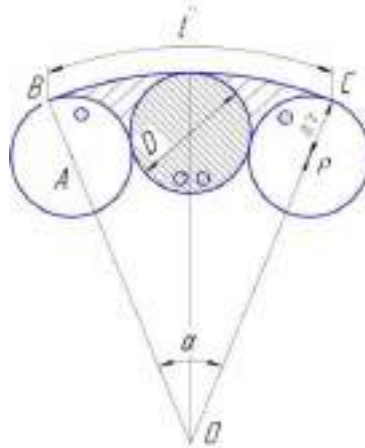


Рис.1. Схема до визначення площі жолобка евольвентної котушки

Довжина дуги AP визначиться як:

$$\overset{\frown}{AP} = aR \overset{\frown}{a} = \frac{\overset{\frown}{AP}}{R} = \frac{2D}{R} \quad (6)$$

$$S_{BACP} = \frac{2R}{2D} \left(RD + \frac{D^2}{4} \right) = \frac{D}{R} \left(R + \frac{D}{4} \right) \quad (7)$$

$$S_{BACH} = D^2 + \frac{D^3}{4R} = S_{ж} \quad (8)$$

де $S_{ж}$ – площа жолобка котушки.

Довжина дуги:

$$l = a \left(R + \frac{D}{2} \right) = \frac{2D}{R} \left(R + \frac{D}{2} \right) = 2D + \frac{D^2}{R} \quad (9)$$

Для спрощення розрахунків, швидкість витікання в активному шарі добрих приймаємо постійною, а дійсну товщину активного шару замінюємо

наведеною товщиною. Наведену товщину активного шару C_n знаходимо з умови рівності об'ємів добрив, що висіваються шаром наведеної товщини добрив і дійсним активним шаром, за один оборот валу котушки.

Тоді, об'єм добрив котушки можна визначити як:

$$V = \pi l_p c_n (D + C_n) \quad (10)$$

де D – діаметр котушки, м.

Підставляючи значення об'ємів добрив $V_{ж}$ і V_a в початковий вираз, отримаємо величину об'єму як:

$$V = l_p (\varphi_3 s + \pi d C_n + \pi C_n^2) \quad (11)$$

Знаючи об'єм висіяних добрив котушкою можна визначити продуктивність висіву за формулою:

$$V = (\varphi_3 s + \pi d C_n + \pi C_n^2) l_p \rho_m n_{вр} \quad (12)$$

де ρ_m – об'ємна маса добрив, кг/м³; $N_{вр}$ – частота обертання валу котушки, с⁻¹.

Для обґрунтування кута нахилу жолобків котушки α розглянемо схему сил, що діють на частку мінеральних добрив, розташовану в жолобку при його обертанні (рис. 2). На рис. 2 N – сила нормального тиску; F – сила тертя, що перешкоджає зрушенню частки;

$\frac{mD^2\zeta}{dt^2}$ – здвигаюча сила;

$G = m \cdot g$ – маса частинки;

$m\omega^2 r$ – сила інерції.

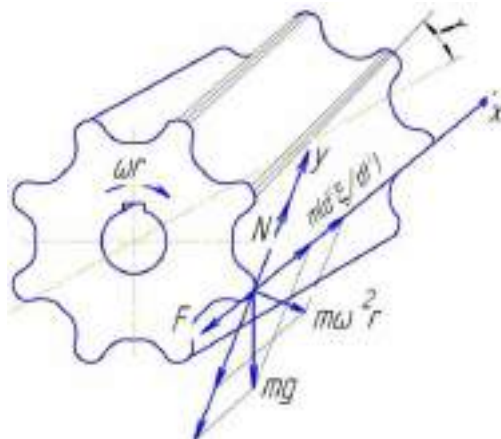


Рис. 2. Схема сил, що діють на частку в жолобі ротора

Умовою відносного переміщення частинки добрив по жолобу котушки буде наявність відносного прискорення, тобто:

$$mg \cdot \sin \alpha + mdr \cos(\omega t - \alpha) > [md \cos + m\omega^2 \sin(m\omega^2 - \alpha)] \operatorname{tg} \varphi \quad (13)$$

$$\sin \alpha + \frac{\omega^2 r}{g} \cos(\omega t - \alpha) > \left[\cos \alpha + \frac{\omega^2 r}{g} \sin(\omega t - \alpha) \right] \operatorname{tg} \varphi \quad (14)$$

Після перетворення виразу отримаємо:

$$\sin(\varphi - \alpha) < k \cos(\omega t - \alpha + \varphi) \quad (15)$$

$$\text{де } k = \frac{\omega^2 \cdot r}{g}$$

Максимальне значення ліва сторона нерівності набуває при $\cos(\omega \cdot t - \alpha + \varphi) = 1$, тобто коли $\omega t - \alpha + \varphi = 0$ або $\omega \cdot t = \alpha - \varphi$.

Значення $\sin(\varphi - \alpha)$ буде менше k при інших значеннях кута повороту котушки $t \cdot \omega$. Остаточо маємо:

$$a > \varphi - \arcsin k \quad (16)$$

При нерухомій котушці ($n=0$ або, що те ж, при $k=0$) для переміщення необхідна умова $\varphi > \alpha$, що не суперечить фізичному змісту даного явища.

До головних параметрів запропонованої конструкції евольвентної котушки висівного апарату штангової машини для внесення мінерального добрива слід віднести: діаметр, довжину, кут нахилу пазів і об'єм жолобків.

Загальний об'єм пазів евольвентної котушки може бути визначений із залежності:

$$V_0 = \frac{Q \cdot B \cdot \pi \cdot D}{10^4 i \cdot \gamma} \quad (17)$$

де V_0 – робочий об'єм котушки, м^3 ; Q – норма висіву добрив, кг/га ; D – діаметр приводного колеса штангової машини, м ; B – ширина захвату штангової машини для розсівання добрив; i – передаточне відношення від приводного колеса на привод висівної котушки; γ – насипна щільність добрив, кг/м^3 .

У процесі досліджень були отримані параметричні показники евольвентної котушки, які представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Технічна характеристика котушкового апарату

Найменування показника	Позначення	Одиниця вимірювання	Значення показника
Діаметр котушки	D	мм	100
Довжина котушки	L	мм	160
Кількість жолобків	Z	шт.	10
Кут нахилу жолобків	γ	град.	10
Площа перерізу жолобка	F	мм	490
Передаточне відношення від колеса на привод котушки	i		0,23
Максимальна доза висіву при $i=0,23$ азотних	Q	кг/га	260

Теоретична доза висіву за один оберт евольвентної котушки визначається за формулою [3]:

$$K_0 = S_n \cdot l \cdot n \cdot \gamma \quad (18)$$

де S_n – площа паза котушки; l – величина розкриття заслінки на довжині пазів котушки; n – кількість пазів в котушці; γ – кут нахилу жолобків.

Кількість пазів в котушці приймається рівним 10 ($n=10$).

Доза висіву за одну хвилину обертання котушки визначається за формулою:

$$K = K_0 \cdot n_{об} \quad (19)$$

де $n_{об}$ – частота обертання вала котушки за хвилину.

Для аналізу результатів теоретичних досліджень будувалися залежності дози висіву за 1 хвилину від радіуса паза R і частоти обертання котушки $n_{об}$.

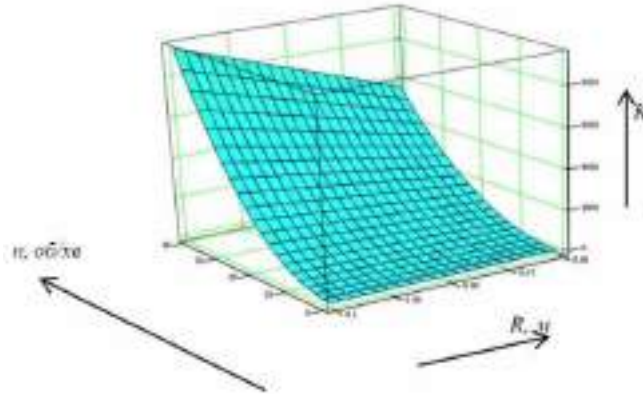


Рис. 3. Залежність дози висіву за 1 хвилину від радіуса котушки і частоти обертання при $l = 0,05$ м для сечовини $\gamma = 745$ кг/м³

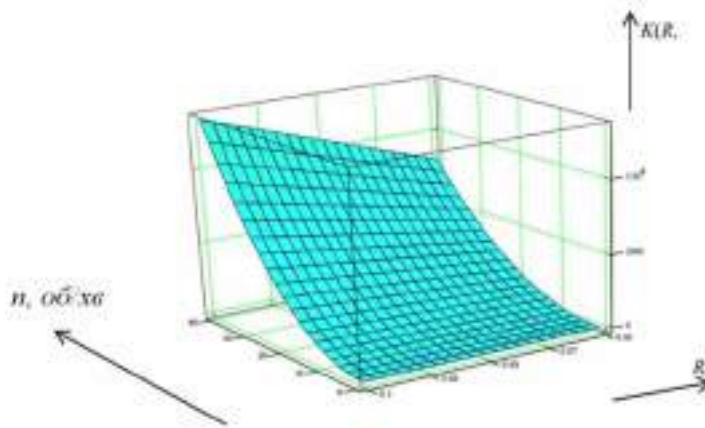


Рис. 4. Залежність дози висіву за 1 хвилину від радіуса котушки і частоти обертання при $l = 0,05$ м для калію хлористого $\gamma = 1061$ кг/м³

Висновки. Застосування в центральній висівній системі пневматичної штангової машини для розсівання твердих мінеральних добрив в якості дозуючого елемента евольвентної котушки з похилим профілем жолобків дозволяє подавати частки добрив без пульсації через відсутність перемичок.

Визначено та обґрунтовано раціональні конструктивні параметри дозуючого робочого органу. Діаметр котушки – 100 мм; довжина котушки – 160 мм; кількість жолобків котушки – 10 шт.; кут нахилу жолобків котушки – 10.

Список використаних джерел

1. Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: Твори, 2019. 234 с.

2. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку / Д.Г. Войтюк, М.В. Барановський, В.М. Булгаков та ін. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.

3. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Машини для приготування і внесення добрив / П. М. Заїка. Харків: Око, 2002. Т. 1. ч. 3. 352 с.

Юлія ЗЕЛІНСЬКА⁷,

студентка 3 курсу,

інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЛОПАТЕВОГО ЖИВИЛЬНИКА ДЛЯ КАРТОПЛІ

***Анотація.** Розглядається питання підвищення продуктивності і зниження енергоємності технологічного процесу навантаження картоплі шляхом обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи лопатевого живильника навантажувача безперервної дії. Отримано аналітичні вирази, що дозволяють визначати продуктивність навантаження картоплі для різних конструктивних і режимних параметрів лопатевого живильника. Встановлено квадратичну залежність продуктивності від радіуса лопатей і частоти обертання робочого органу.*

***Ключові слова.** продуктивність, лопатевий живильник, картопля, енергоємність, навантажувач.*

***Annotation.** The question of increasing productivity and reducing the energy intensity of the technological process of potato loading is considered by substantiating the structural and technological parameters and modes of operation of the blade feeder of a continuous loader. Analytical expressions were obtained that allow determining the productivity of the potato load for various structural and operating parameters of the blade feeder. The quadratic dependence of productivity on the radius of the blades and the frequency of rotation of the working body was established.*

***Keywords.** productivity, blade feeder, potato, energy intensity, loader.*

***Вступ.** Застосовувані при виробництві картоплі схеми передбачають виконання різних вантажно-розвантажувальних робіт [1]. В даний час для*

⁷Науковий керівник – к.т.н., доцент Руткевич В.С., кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

навантаження картоплі зі сховищ використовується: транспортер-завантажувач картоплі ТЗК-30, який працює в парі з підбирачем ТПК-30 і транспортером-підбирачем картоплі СТПК-50-03, а також деякі навантажувачі зарубіжного виробництва. Але, ці машини не володіють достатньою шириною захвату, що призводить до зниження продуктивності і зростання енергоємності при навантаженні великих об'ємів продукції.

Продуктивність більшості навантажувачів картоплі і цибулі не перевищує 50 т/год, енергоємність становить 150–200 Дж/кг і більше [2]. Деякі з навантажувальних машин працюють від електромережі, тому мають обмежену мобільність. Низька продуктивність і висока енергоємність навантажувальних машин, великий об'єм застосовуваної ручної праці суттєво підвищують собівартість продукції, що в кінцевому підсумку, знижує рентабельність виробництва.

Застосування навантажувачів безперервної дії для картоплі дозволить значно скоротити витрати і зменшити час, необхідний для їх навантаження, але використання даних навантажувачів стримується відсутністю ефективного робочого органу, що має високу продуктивність, низьку енергоємність і водночас не пошкоджуючи коренебульбоплоди [2].

Таким чином, актуальність обумовлена відсутністю високопродуктивних, енергозберігаючих живильників, адаптованих для навантаження картоплі, застосування яких можливо, як в спеціально обладнаних сховищах, так і на відкритих майданчиках і польових буртах.

Розробка і обґрунтування параметрів лопатевого живильника до навантажувача безперервної дії дозволить збільшити продуктивність навантаження, знизити енергоємність і зменшити собівартість готової продукції.

Виклад основного матеріалу. Продуктивність Q (кг/с) лопатевого живильника визначається кількістю бульб картоплі завантажених за одиницю часу [1].

Продуктивність лопатевого живильника визначається з одної сторони продуктивністю подачі, пов'язаної з поступальною швидкістю навантажувача в напрямку бурту картоплі, з іншого боку, продуктивністю роторів. Продуктивність подачі визначається за виразом [2]:

$$Q_n = \rho Av \quad (1)$$

де ρ – об'ємна маса картоплі, кг/м³;

A – площа поперечного перерізу бурту захоплюваного живильником, м²;

v – швидкість поступального руху навантажувача із живильником, м/с.

Співвідношення продуктивності подачі Q_n і продуктивності роторів Q_p :

$$Q_n < Q_p \quad (2)$$

Продуктивність роторів в загальному випадку:

$$Q_p = z_1 V_n \rho / t \quad (3)$$

де z_1 – кількість лопатей, які одночасно переміщують вантаж, шт;
 V_l – робочий об'єм одної лопаті, м³;
 t – час повороту лопатей, с.

Підставляючи Q_n в нерівність, отримаємо:

$$\rho A v < z V_l \rho / t \quad (4)$$

Скорочуючи об'ємну масу вантажу, винесемо поступальну швидкість:

$$v \leq \frac{z V_l}{A \times t} = \frac{z V_l n}{B H} \quad (5)$$

$$t = l / n$$

де n – частота обертання, об/хв;
 B, H – висота, ширина бурта, м.

Робочий об'єм лопаті V_l визначимо виходячи з аналізу процесу роботи (рис. 1).

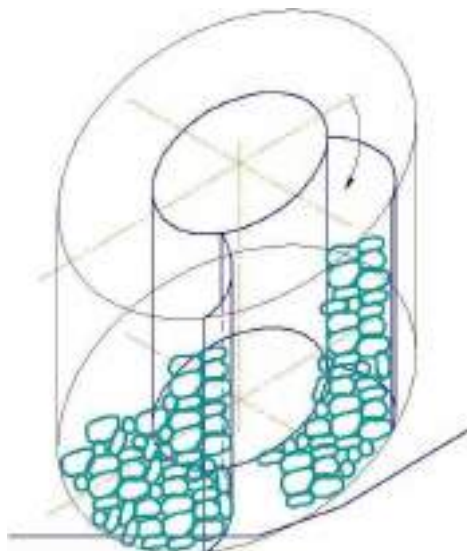


Рис. 1. Схема роботи лопатті

У деяких дослідженнях для органічних добрив [3] об'єм лопаті розглядається як частина циліндра з висотою, рівній висоті лопаті H_p і основою у вигляді сегмента, що є частиною кола відсічену хордою:

$$V_l = A_c H_p \quad (6)$$

де A_c – площа умовної фігури в основі (частина круга), м².

Площа сегмента визначається за формулою [3]:

$$A_c = \frac{R_l^2}{2} (\beta_l - \sin \beta_l) \quad (7)$$

де R_l – радіус лопаті, м;

β_l – внутрішній кут утворений лопаттю, град.

Аналіз процесу роботи лопаті показує, що при навантаженні картоплі заповнюється не тільки робочий об'єм лопаті, але і простір між лопаттями.

Тому в формулу продуктивності введемо коефіцієнт K_l , що враховує даний фактор.

$$Q_p = z_1 K_l V_l \rho / t \quad (8)$$

Коефіцієнт заповнення між лопастного простору K_l визначається відношенням реального об'єму заповнення простору між лопаттями до об'єму лопаті, обчисленому за формулою 6. Він залежить від форми лопаті, її радіусу або інших параметрів визначаючих кривизну; частоти обертання та інших параметрів. Аналітично визначити вплив всіх даних факторів складно, тому його значення раціонально встановлювати експериментально.

Після підстановки в (8) рівняння (7) отримаємо:

$$Q_p = z_1 K_l H_p \frac{R_l^2}{2} (\beta_l - \sin \beta_l) \rho n \quad (9)$$

або через кутову швидкість:

$$Q_p = z_1 K_l H_p \frac{R_l^2}{2} (\beta_l - \sin \beta_l) \rho \frac{30\omega}{\pi} \quad (10)$$

Аналіз виразу (9) показує, що продуктивність роторів знаходиться в квадратичній залежності від радіуса лопатей і прямопропорційно залежить від висоти бурту картоплі і частоти обертання лопатей. Однак, наявність коефіцієнта K_l заповнення між лопатевого простору робить дану залежність складнішою, оскільки із збільшенням частоти обертання або кутової швидкості заповнення між лопатевого простору зменшується.

Графічно теоретична залежність продуктивності лопатевого живильника від кутової швидкості ω (рад/с) при різних радіусах лопатей R_l представлена на рис. 2.

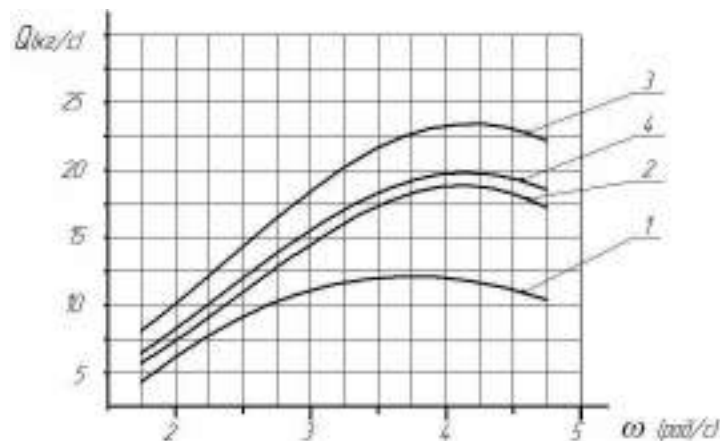


Рис. 2. Залежність продуктивності лопатевого живильника від кутової швидкості і радіуса лопатей: 1 – при радіусі лопатей $R_l = 0,2$ м; 2 – при $R_l = 0,31$ м; 3 – при $R_l = 0,41$ м; 4 – при $R_l = 1,0$ м

Перетворимо вираз (5) з урахуванням (9).

$$v \leq \frac{z_1 K_L H_p R_L^2 (\beta_L - \sin \beta_L) n}{2BH} \quad (11)$$

Вираз (11) дозволяє обґрунтувати поступальну швидкість живильника з навантажувачем при різній висоті бурту і формі лопатей. Аналіз цього виразу показує, що поступальна швидкість визначається співвідношенням об'ємів надходжень вантажу і відвантаженого роторами. Об'ємна вага вантажу впливає на потужність затрачену на завантаження.

З виразу (11) після перетворень можна обґрунтувати кутову швидкість лопатей.

$$\omega \geq \frac{30z_1 K_L H_p R_L^2 (\beta_L - \sin \beta_L) v}{2\pi BH} \quad (12)$$

Отримані вирази дозволяють визначити продуктивність лопатевого живильника і обґрунтувати конструктивно-режимні параметри виходячи з вимоги по продуктивності.

Висновки. Отримано аналітичні вирази, що дозволяють визначити продуктивність навантаження картоплі для різних конструктивних і режимних параметрів лопатевого живильника. Продуктивність має квадратичну залежність від радіуса лопатей і частоти обертання робочого органу.

Список використаних джерел

1. Булгаков В.М., Гуцол Т.Д., Новак Я.В. Сучасний стан виробництва картоплі та перспективи розвитку картоплезбиральних машин. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. 2012. Вип.11. Т.1. С.103–109.
2. Булгаков В.М., Адамчук В.В. Стан та перспективи створення в Україні сучасних сільськогосподарських машин. *Наук. вісник Луганського нац. аграр. ун-ту*. 2011. № 29. С. 252–260.
3. Іванов М.І., Руткевич В.С. Оцінка конкурентоспроможності блочно-порційного відокремлювача консервованих кормів нової конструкції *Промислова гідравліка і пневматика*. 2015. № 1 (47). С. 76–84.
4. Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: Твори, 2019. 234 с.
5. Войтюк Д.Г., Барановський М.В., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.

Владислав ОЛІЙНИК⁸,
Студент 6-го курсу,
Інженерно-технологічного факультету,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ТА МЕТОДИ ВИРОБНИЦТВА КОРМОВОЇ ДОБАВКИ З НАСІННЯ СОЇ

***Анотація.** Стаття присвячена вивченню технологічних схем та методів виробництва кормової добавки з насіння сої. Насіння сої містить велику кількість білка та інших корисних складових, які роблять його прекрасною сировиною для виробництва кормових добавок. У цій статті будуть розглянуті різні підходи до переробки насіння сої, методи отримання корисних компонентів, а також вплив різних технологій на якість та властивості кінцевої кормової добавки.*

***Annotation.** Article is devoted to the study of technological schemes and methods of production of feed additive from soybean seeds. Soybean seeds contain a large amount of protein and other useful components, which make them an excellent raw material for the production of feed additives. This article will consider different approaches to the processing of soybean seeds, methods of obtaining useful components, as well as the influence of different technologies on the quality and properties of the final feed additive.*

Вступ. Сільське господарство - це одна з найважливіших галузей економіки, основним завданням якого є забезпечення населення продуктами харчування і сировиною промислового виробництва. Найбільшу частку фінансових витрат при утриманні сільськогосподарських тварин складають витрати на корми, тому одним із ключових завдань у тваринництві є створення енергоекономічної кормової бази. Фізіологічні потреби тварини зводяться до того, щоб корм був поживним, легко перетравлюється, містив всі необхідні мікроелементи і вітаміни, необхідні для нормального росту і розвитку організму.

Соє є однією з найважливіших культур в сільському господарстві, яка використовується для вирощування насіння та видобуття олії та білка. В останні роки, насіння сої також отримує значну увагу в якості кормового компонента для тварин та птиці. Високий вміст білка та інших корисних компонентів робить насіння сої привабливим джерелом харчування для кормової промисловості. Однак для максимальної вигоди та якості корму, необхідні ефективні технологічні схеми та методи виробництва кормової добавки з насіння сої.

Виклад основного матеріалу. Відомі два основних способи отримання кормової добавки з насіння сої: «китайський» та «американський».

⁸Науковий керівник: к.т.н., доцент, завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці Олена СОЛОНА.

Технологічні схеми отримання соєвої кормової добавки по «китайському» та «американському» способам наведено на рисунках 1.1 та 1.2.

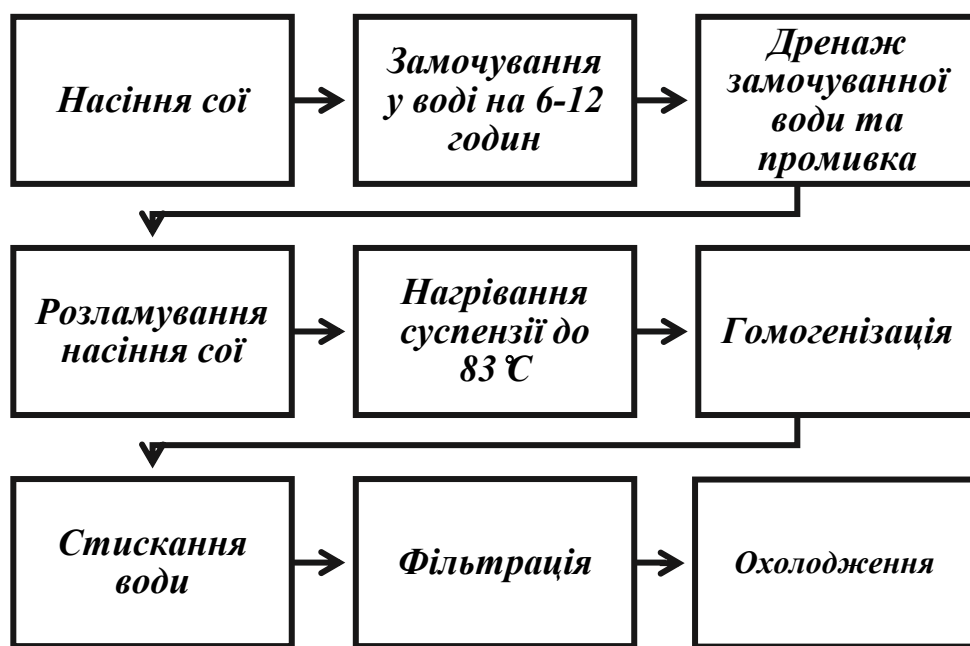


Рис. 1.1 – Схема виробництва соєвої кормової добавки за «Американським» способом

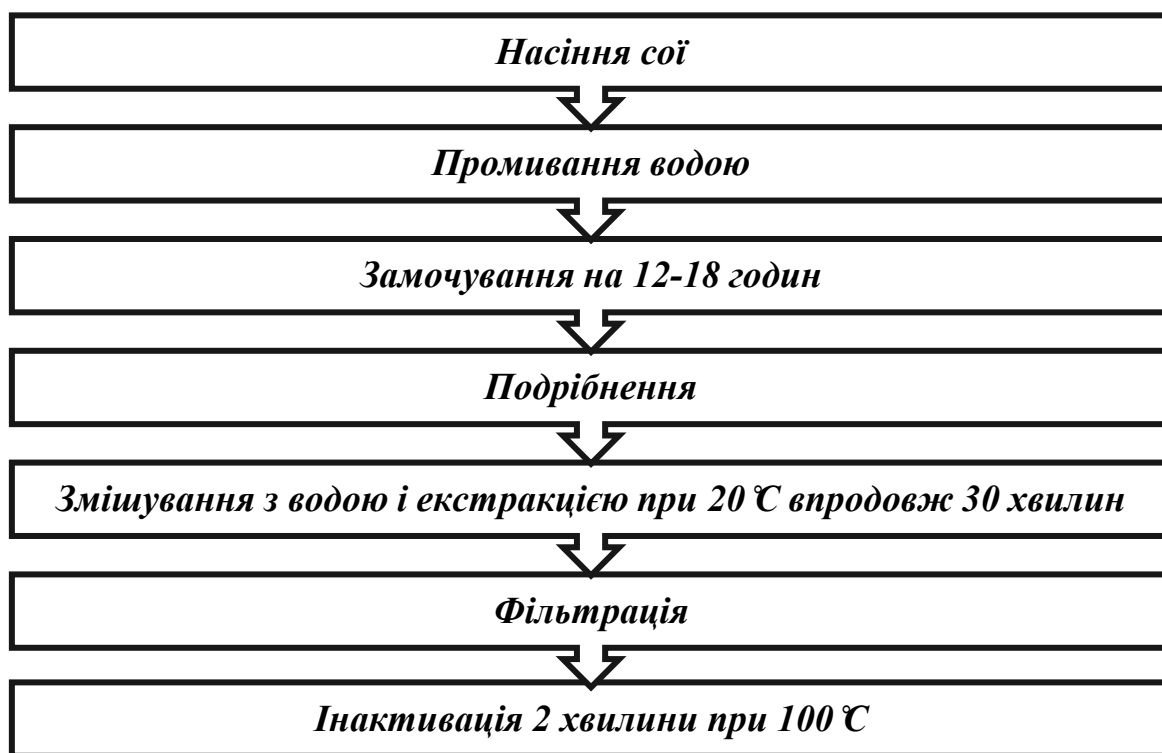


Рис. 1.2 – Технологічна схема отримання соєвої кормової добавки за «Китайським» способом

«Американський» метод виробництва кормової добавки був розроблений в Іллінойському університеті і складався з наступних операцій: насіння сої замочували у воді на 6-12 годин з додаванням 0,5% розчину H_2SO_3 (співвідношення сої до води 1:3). Після замочування воду зливають, і насіння ретельно промивають. Потім після цього ламають, нагріваючи отриману суміш до температури 83 °C, гомогенізують, знову заливають водою до отримання 12%

розчину. Нейтралізація антинутрієнтів здійснюється 6-нормальна соляна кислота до досягнення рН 6,8-7,2. На завершальному етапі готовий продукт розливають у пляшки і стерилізують з подальшим охолодженням.

Одною з найбільш часто застосовуваних технологій виробництва соєвих кормів також є «Тайванська». Спочатку насіння сої замочують на 6 годин у двох літрах води при підтримуючій температурі 30 ° С. Потім насіння розламають з додаванням 4,5 л води і потім кип'ячать 20 хвилин. Готовий продукт розділяють на рідкі і тверді фракції.

До недоліків цього способу можна віднести: велику кількість операцій, тривалий час приготування, зниження якості від тривалого нагрівання продукту. Температура та час обробки можуть впливати на збереження корисних компонентів та органолептичні властивості кормової добавки. Наприклад, підвищення температури може призводити до втрати вітамінів та інших термочутливих речовин.

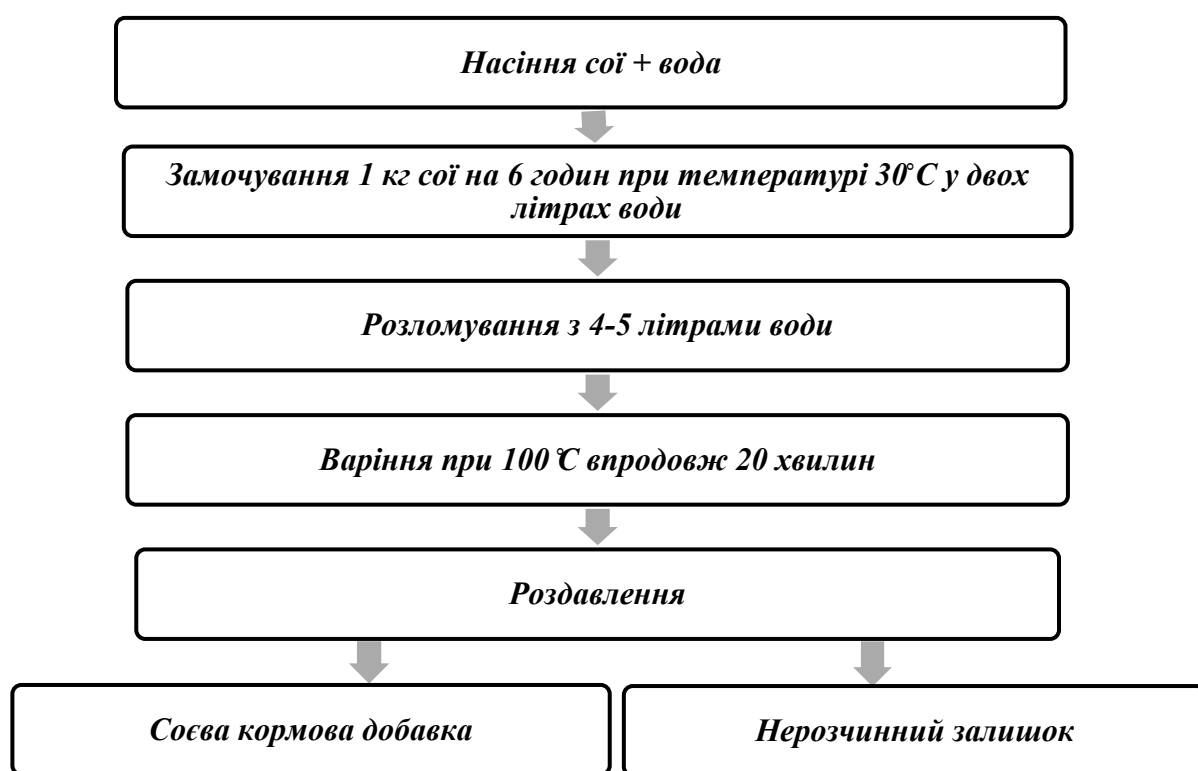


Рис. 1.3 – Технологічна схема отримання соєвої кормової добавки за «Тайванським» способом

Методи впливу на зерно, такі як дроблення і подрібнення, є найпростіший і доступний в умовах ферми. При розриві поверхневої плівки зерна поліпшується надходження поживних речовин і засвоюваність при підгодівлі. На сьогоднішній день використовуються наступні способи подрібнення, які показано на рис. 1.4

а) розколювання – процес руйнування матеріалу у сфері найбільших напруг клиноподібними робочими органами. Розмір частинок, одержуваних при даному способі, можна регулювати на виході;

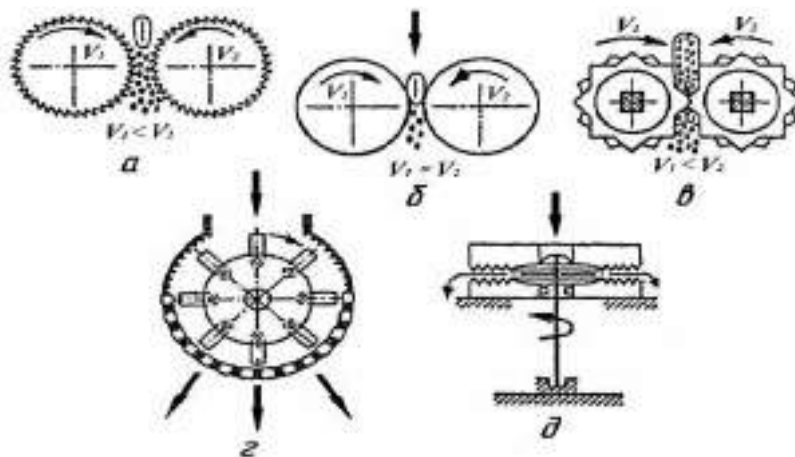


Рис. 1.4 – Схеми робочих органів подрібнювачів, при використанні способів:
а – розколювання; б – роздавлення; в – розломування; г – удар; д – стирання

б) роздавлення - процес впливу, при якому відбувається деформація матеріалу на весь обсяг, в результаті чого на виході частки набувають різного розміру і форми;

в) розломування - процес руйнування матеріалу під впливом згинальних моментів, при цьому розмір і форма одержуваних частинок ідентична розколюванню;

г) удар - процес, при якому на зерновий матеріал впливають динамічні навантаження, внаслідок чого відбувається розколювання на безліч частинок. Навантаження, що застосовується до матеріалу, може бути зосередженим і розподіленим. Руйнування буває обмежене і вільне;

д) стирання - процес впливу на отримуваний матеріал силами стиснення та тангенціальними силами, з отриманням дрібного порошкоподібного продукту.

За схемою рис. 1.5. процес отримання кормової добавки відбувається наступним чином. Норією НЗК-10, підготовлене насіння сої подається із завантажувального бункера 1 до бункер-стікача 3 для замочування у воді у співвідношенні 1:3 протягом 17 годин. Після чого, замочене насіння сої відокремлюють від води для подальшої ферментативної обробки в бункері 4. Процес подрібнення виробляється машиною Емульсор-ПСМ-6, в яку насіння сої подається в граничному співвідношенні з водою 1:10 - 1:16. На виході отримують 10-16 кг соєвої кормової добавки, у водний розчин якої екстрагувалися вітаміни, олія, вуглеводи та білки. Після подрібнення, отриманий водний екстракт розливається по двох ваннах 7, де даний піддається перемішування мішалками 6 протягом 1,5 годин. Після закінчення даного часу екстракт перекачується насосами 9 в одну загальну ванну 8, з якої подається в три варильних котла 10 для інактивації антипоживних речовин шляхом кип'ятіння протягом 10-15 хвилин. Після, екстракт охолоджують до 28°C охолоджувачі 11 і відправляють в ємність 12 для подальшого зберігання. З метою поліпшення складу кормової добавки в неї додають кістковий жир, сіль, амінокислоти, молочний цукор, ретельно перемішують і направляють на корм тваринам.

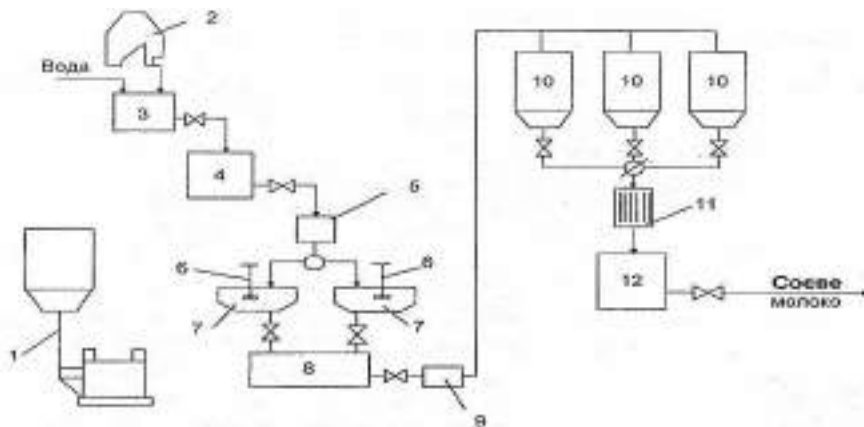


Рис. 1.5 – Конструктивно-технологічна схема лінії отримання кормової добавки: 1 – завантажувальний бункер; 2 – норія НКЗ – 10; 3, 4 - бункер-стікач; 5 - Емульсор-ПСМ-6; 6 – мішалка; 7, 8 – ванна; 9 – насос; 10 - варильний котел; 11 - охолоджувач; 12 – ємність для зберігання.

Інша технологічна лінія отримання комової добавки, представлена рис. 1.6.

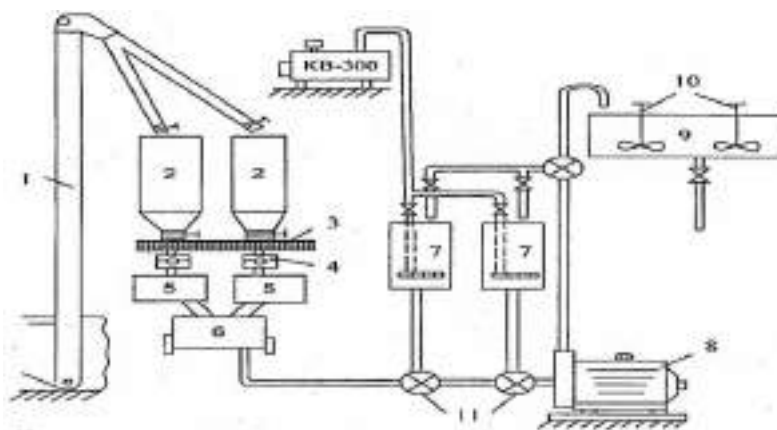


Рис. 1.6 – Конструктивно-технологічна схема лінії з приготування соєвої кормової добавки: 1 – норія; 2 – ємність для замочування насіння; 3 - шнек реверсивний; 4 – дозатори; 5 - дробарки; 6 - ємність для переробленого насіння сої; 7 - ємність для запарювання; 8-насос; 9 – ємність для готової продукції; 10 - мішалки; 11 - трьохходовий кран

Принцип роботи: у ємності 2, місткість яких становить 3, норією 1 подається насіння сої, з подальшим замочуванням протягом 16 годин. Після чого насіння відправляються на дробарку 5, оснащену решетом з дрібним діаметром отворів. Потім, ємності 6 подрібнена маса змішується з водою і насосом 8 перекачується в ємності 7 з наступним запарюванням. Котлом КВ-300 отримана маса проходить термічну обробку паром і насосом спрямовується в охолоджувальну ємність для готової продукції 9. Щоб домогтися однорідності отриманої маси, підключають встановлені в ємності мішалки 10. Висновок. Виробництво кормової добавки з насіння сої - це складний процес, який вимагає використання різних технологічних схем та методів. Вибір конкретної технології повинен базуватися на вимогах до якості продукту та технологічних можливостях виробника. Дослідження та оптимізація цих технологій допоможуть покращити якість кормових добавок та забезпечити ефективне використання насіння сої в тваринництві.

Проаналізувавши всі перераховані вище методи і технології, можна зробити висновок, що рослинний (соєвий) білок має багатий склад амінокислот, досить хорошу засвоюваність, великий склад полінасичених жирних кислот без холестерину. Слід додати, що рослинні (соєві) білки мають особливу структуру переважно з допомогою технології їх виробництва. Аналізуючи технологічні схеми отримання кормових добавок, варто відзначити, що у більшості схем присутній процес замочування насіння сої. Даний процес дуже важливий у приготуванні кормових добавок, так як полегшує розпад антипоживних речовин, скорочує час на подрібнення, підвищує вихід сухої речовини. Цілісне і знежирене молоко в раціонах тварин все частіше замінюється рослинними і соєвими кормовими добавками, які використовуються на ранніх стадіях відгодівлі сільськогосподарських тварин, наприклад, для годування поросят, телят і ягнят, у вигляді додаткового корму або додаткових вітамінних добавок до основного. Таким чином, застосування в раціонах тваринного даного кормового продукту допоможе господарствам знизити витрати на придбання заміників молока та заощадити суттєву кількість незбираного молока.

Список використаних джерел

1. Бахмат О.М. Агротехнічні заходи при вирощуванні сої на насіння в умовах Поділля. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2010. Вип. 74. С. 159-164.
2. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур. Паламарчук В. Д., Климчук О. В., Поліщук І. С., та ін. Вінниця: ФОП Данилюк, 2010. 636 с.
3. Перспективні технології виготовлення «соєвого молока» для потреб сільського господарства. URL-режим доступу до ресурсу: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://archive.inenbiol.com.ua:8080/n/tb/ntb1/pdf/2/16.pdf>
4. Маркіна О.В. Агробіологічна оцінка однорічних сумішок. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2010. Вип. 66. С. 206-213.

Андрій КУЗЬМИЧ⁹,
студент 4-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ВПРОВАДЖЕННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ РЕСУРСІВ В УКРАЇНІ.

Анотація. Основним напрямком впровадження альтернативних відновлюваних ресурсів для України є впровадження енергії біомаси.

⁹Науковий Керівник - к.т.н., професор кафедри агроінженерії та технічного сервісу Середа Л.П.

Використання біологічної сировини для отримання альтернативних видів енергії є найперспективнішим напрямком розвитку альтернативної енергетики в Україні. Біоенергетика ґрунтується на використанні органічних речовин рослинного походження таких як: деревина та її відходи, солома, рослинні залишки сільськогосподарського виробництва, відходи тваринництва, тверді побутові відходи тощо.

***Annotation.** The main direction of introduction of alternative renewable resources for Ukraine is the introduction of biomass energy. The use of biological raw materials for alternative types of energy is the most promising direction in the development of alternative energy in Ukraine. Bioenergy is based on the use of organic substances of plant origin such as: wood and its waste, straw, plant residues of agricultural production, livestock waste, solid household waste, etc. .*

Вступ. В останні роки, через ряд соціально-економічних та політичних проблем, актуальною стала проблема впровадження нових альтернативних відновлювальних видів палив для потреб комунальних підприємств, організацій та населення. В зв'язку з тим, що Україна належить до енергетично залежних країн, та покриває свої потреби в паливо-енергетичних ресурсах лише на 53% (імпортує 75% необхідного об'єму природного газу і 85% нафти і нафтопродуктів)

Будучи залежною від енергоносіїв Україна потрапляє в залежність від країн експортерів енергоносіїв, які постійно підвищують їхню вартість, що погіршує і так складну економічну та соціальну ситуацію в державі.

Зростання попиту на альтернативні види палива пов'язано з можливістю заощадження коштів за рахунок їх використання.

Основна частина. Основним напрямком впровадження альтернативних відновлюваних ресурсів для України є впровадження енергії біомаси.

Використання біологічної сировини для отримання альтернативних видів енергії є найперспективнішим напрямком розвитку альтернативної енергетики в Україні .Біоенергетика ґрунтується на використанні органічних

рослинного походження таких як: деревина та її відходи, солома, рослинні

залишки сільськогосподарського виробництва, відходи тваринництва, тверді побутові відходи тощо.

Завдяки біомасі рослин уже найближчим часом може покриватися орієнтовно до 10% усіх енерговитрат [3]. Вчені прогнозують що за наступні 50 років споживання енергії зросте в 15 разів, в порівнянні з усією енергією, яка була використана за ХХ століття.

Сьогодні біомаса займає четверте місце за значенням палива у світі, її споживання становить близько 14% загального споживання первинних енергоносіїв у світі (у країнах, що розвиваються — більше 30%, іноді до 50—80%). В Європейських країнах частка біомаси у загальному споживанні первинних енергоносіїв становить, в середньому, більше 3%. Деякі країни значно перевищують цей показник: Фінляндія — 23% (світовий лідер), Швеція — 18%, Австрія — 12%, Данія — 8%, Німеччина — 6%. Україна як європейська країна не може залишатись в стороні, враховуючи те, що серед

Європейських країн в Україні найбільший потенціал для розвитку альтернативних джерел енергії отриманих з біомаси.

Однак біомаса має й інші напрямки використання. Зокрема в світі набуває поширення практика використання біомаси рослин в якості захисного елемента в органічному землеробстві.

Зокрема найважливішим елементом в сільськогосподарському виробництві є ґрунт. Більшість людей не визнають важливу роль ґрунту в нашому житті. Однак ґрунт це тонкий родючий шар мантиї, який легко піддається деградації при неправильному ставленні до нього. Ґрунт є місцем проживання безлічі живих організмів. Він виконує безліч критичних екосистемних функцій, які необхідні для життя на планеті «Земля». Ґрунт забезпечує рослини необхідними для їх росту та розвитку складовими елементами та вологою. Продуктивне сільське господарство залежить від якості ґрунту, однак деякі сучасні технології призводять до інтенсивної деградації цієї цінної екосистеми. Для запобігання деградації ґрунтів в останній час почали розвивати захисні системи землеробства. Вони забезпечують ряд переваг в порівнянні з традиційними технологіями:

- зниження ерозії ґрунтів;
- вища інфільтрація ґрунту;
- нижче випаровування вологи;
- накопичення органічної маси;
- поліпшення структури ґрунту;
- висока біологічна активність;
- збільшена кількість дощових черв'яків;
- зниження загальних витрат мінеральних добрив;
- зниження витрат робочої сили;
- підвищення ефективності сільськогосподарських робіт.

Основною причиною ерозії ґрунтів є їх механічний обробіток та знищення традиційними технологіями всього рослинного покриву ґрунту. Цей недолік усувається при використанні ґрунтозахисних систем. Основним елементом даної системи виступають покривні культури. Вони створюють шар мульчі на поверхні ґрунту, який забезпечує ряд позитивних факторів при довготривалому використанні зокрема таких як:

- зменшення впливу водної та вітрової ерозії;
- створення кращого температурного режиму ґрунту;
- захист посівів від низьких температур;
- накопичення значної кількості біомаси;
- зменшення ступеню поверхневого ущільнення;
- рівномірний розподіл органічної маси в шарі ґрунту;
- покращення структури ґрунту;
- підвищення аерації ґрунтів;
- здатність накопичувати більше вологи.

В захисних системах землеробства основна мета виробника зберегти ґрунт за допомогою покривних рослинних залишків, знизити ерозію ґрунту, і збільшити максимальну кількість днів росту рослини в відкритому ґрунті. Ця система може значно зменшити ерозію ґрунту, підвищити якість ґрунтів, і

поліпшити якість води в порівнянні з традиційною технологією обробки ґрунту. Вона може допомогти сільгоспвиробникам підвищити ефективність і рентабельність їх виробництв збільшити час експлуатації техніки, поліпшити екологічну ситуацію.

Особливо важливо застосувати дані технології в садівництві. Мульчування може стати одним із напрямів боротьби з бур'янами в садах замість обприскування гербіцидами, покриття міжрядь в садах мульчуючим шаром деревинної щепи або подрібненої соломи, дозволить зменшити використання гербіцидів, а довгострокове використання мульчі, забезпечить зменшення кількості необхідних добрив. На кафедрі експлуатації машинно-тракторного парку і технічного сервісу ВНАУ розроблено технологію отримання деревної щепи і мульчування нею міжрядь в садах і скверах.

Суть технології в тому, що відходи від обрізки саду збираються в бурт, де згодом подрібнюються самохідним агрегатом з подрібнювачем гілок і кущів чагарнику.

Подрібнена щепка подається в бункер розкидача органічних добрив, який і вносить в міжряддя щепу шаром 3-5 см.

Перспективність даної технології досить велика, так як для отримання щепи можна використовувати хмиз, отриманий після зачистки придорожніх смуг, а також після новорічних свят переробляти ялинки.

Як відомо, мульчуючий шар в садах або скверах відіграє роль боротьби з бур'янами, зберігає вологу в ґрунті, а також в процесі перегнивання залишків являється органічним добривом, тому дана наукова тематика є доволі важливою та потребує наукового обґрунтування.

Аналіз процесу отримання та переробки відходів деревини

Розглядаючи біомасу відходів деревини, як основне джерело для отримання альтернативного виду палива необхідно визначити джерела отримання даного виду сировини. Відходи деревини отримуються в результаті роботи різних підприємств народного господарства: лісгоспи, комунальні господарства, енергетики, дорожніх служб, залізничників, підприємств переробної промисловості та інші. В результаті їх діяльності щорічно утворюється велика кількість відходів деревини таких як: тирса, щепка, та деревні гілки товщиною до 15 см. Більша частина цих відходів не переробляється, а залишається як побічний продукт і не використовується в подальшому виробництві. В основному переробляється тирса, а інші види відходів деревини зазвичай не використовуються і не переробляються, а спалюються чи згнивають у місцях їх заготівлі. Під час очистки лісосмуг утворюється велика кількість відходів деревини, дані відходи в довгостроковій перспективі і є тим основним незадіяним ресурсом, що може забезпечити дешевим екологічно чистим паливом існуючі потреби. Однак процес очистки лісосмуг доволі трудомісткий і вимагає значної кількості ручної праці, на даний момент не існує засобів механізації процесу очистки лісосмуг через ряд технічних проблем. Існуючі засоби механізації призначені лише для ручного використання, до них відносяться: бензопили, мотокоси (гілкорізи) (рис. 1).

Дані засоби механізації, дозволяють якісно виконати очистку лісосмуг, в важкодоступних місцях, поміж деревами, на схилах та пагорбах. Бензопили

дозволяють зрізати дерева великої товщини, та в різних важкодоступних місцях з великою продуктивністю, однак вони негативно впливають на людину в процесі роботи. Мотокоси мають обмеження, щодо товщини зрізуваних дерев до 12 см в діаметрі, однак вони менше впливають на людину в процесі роботи.

Отже на даний момент очистка лісосмуг можлива лише з використанням ручних засобів механізації процесу (рис. 2).

Використання отриманих в процесі очисток лісосмуг відходів деревини можливе лише при їх переробці. Відходи деревини можуть бути переробленими в тирсу, щепу, пелети, гранули, брикети. Процес переробки відходів деревини може складатись з двох етапів, первинної та вторинної переробки. В результаті первинної переробки ми отримуємо щепу, а після проведення вторинної переробки (повної) гранули, пелети, брикети.

Первинна переробка відходів деревини включає в себе: накопичення відходів деревини в певних місцях для подальшої переробки (рис. 2 складання гілок в кучі), первинне подрібнення в щепу, перевезення в місця зберігання або використання. Первинна переробка відходів деревини в щепу проводиться такими машинами (рис. 3): RM-800, DP-660E, МРБ-2АП та інші. Після первинної обробки щепу можна спалювати в твердопаливних котлах серії (рис. 4): УАС, Р6-КОВА та ін.



Рис. 3. Рубальні машини: а) DP-660E фірми «Олнова»; б) МРБ-2АП фірми УКРПКТІліспром; в) RM-800 фірми ТОВ «ХЕММЕЛЬ-Україна»

Однак пряме спалювання щепи є низько ефективним, через її низьку теплотворну здатність, і низький ККД котлів для спалювання щепи. Також значним недоліком є утворення піролізного газу в котлах при неправильному завантаженні, або при завантаженні щепи з вологістю більше 70%, що може призвести до вибуху. Для виключення цих негативних явищ проводять подальшу переробку щепи.



Рис. 4. Твердопаливні котли з автоматизованими системами спалювання палива.

Вторинна переробка відходів деревини включає в себе переробку щепи в тирсу, підсушування тирси, та переробку тирси в брикети, пелети чи гранули. Вторинна переробка необхідна для полегшення процесу автоматизації спалювання відходів деревини в піролізних котлах, зменшення необхідних площ для зберігання продуктів переробки відходів деревини, полегшення транспортування, дає можливість упакування невеликими об'ємами для роздрібного продажу, підвищується теплота згорання палива за рахунок збільшення його щільності.

Для переробки щепи в тирсу використовують вторинні подрібнювачі щепи (рис. 5). Подрібнювач встановлюється як в приміщенні, так і в парі подрібнювальних комплексів на відкритій площадці, під накриттям.

В комплексі між первинним та вторинним подрібнювачем використовується бункер-дозатор для рівномірної подачі щепи після первинного подрібнення. Отриману тирсу використовують для виробництва ДСП, ДВП, брикетів, пелет, а також для спалювання в опалювальних котлах.

Переробку тирси в пелети, гранули, брикети проводять з використанням комплексу машин. Обов'язковими елементами даного комплексу машин є: подрібнювачі первинні і вторинні, сушка, транспортує обладнання (для транспортування сировини між технологічними операціями виробництва продуктів переробки відходів деревини), машини для виробництва гранул (гранулятори), пелет (преса, екструдери), брикетів (преса) (рис. 6).

В результаті роботи даного комплексу машин, ми отримуємо дешеве екологічно чисте паливо: паливні брикети, пелети та гранули (рис. 7).

Рис. 7. Екологічне паливо отримане з відходів деревини.

Висновки. По результатам публікації можна зробити наступні висновки: Використання відходів деревини в якості джерела отримання теплової енергії, можна вважати найбільш перспективним напрямком в розвитку альтернативної біоенергетики. За приблизними прогнозами якщо переробляти всі існуючі відходи деревини і використати їх як паливо то можна отримати 2,4 млрд. кВт енергії, що еквівалентно 300 млн. м³ природного газу. Тому формування чіткої структури процесу переробки та використання відходів деревини є актуальним та необхідним завданням, для підвищення рівня енергетичної безпеки держави в цілому.

Список використаних джерел

1. Ковальський В., Грігорак М., Косаров О., Кузьменко В. Про підвищення рівня еколого-енергетичної безпеки України. *Економіка України*. 2000. № 10. С. 34-41.

2. Дубровін В.О., Корчемний І.П., Біопалива (технології, машини і обладнання). К.: ЦТІ «Енергетика і електрифікація», 2004. 256 с.

3. Удовиченко Г.А. Досвід виробництва альтернативних екологічно чистих видів палива на Полтавщині, *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 3. 159с.

Ігор ЗАЕЦЬ¹⁰,
Студент 3-го року навчання,
Інженерно-технологічного факультету,
Вінницького національного аграрного університету
Вінниця, Україна

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РОБОТИ ФРЕЗЕРНОЇ МАШИНИ ІЗ ГІДРАВЛІЧНИМ ПРИВОДОМ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ЗАЛИШКІВ САДОВИХ НАСАДЖЕНЬ

Анотація. Дана робота присвячується питанням розробки та дослідження робочих органів для рекультивації садових насаджень. Проведено огляд літературних джерел, виконано постановку задачі, наведено конструктивне рішення, виконано математичне моделювання та вибір оптимальних параметрів отриманої конструкції.

Annotation. This work is devoted to issues of development and research of working bodies for reclamation of garden plantations. A review of literary sources was carried out, the formulation of the problem was carried out, a constructive solution was given, mathematical modeling was carried out and the selection of optimal parameters of the obtained structure was carried out.

Вступ. На сьогодні досить актуальним є питання рекультивації старих садків для видалення пнів на вирубках в основному застосовуються різні корчувальні і фрезерні машини. При роботі корчувальних машин разом із пнем виймається велика маса землі, відбувається перемішування ґрунтового горизонту, утворюється підпенькова яма. Подрібнення пнів фрезерними машинами дозволяє знижувати пні при мінімальному впливі на ґрунт. Однак існуючі фрезерні машини із громіздким механічним приводом від роздавальної коробки трактора є недостатньо ефективними через високі динамічні навантаження.

У зв'язку із цим виникає необхідність створення нового робочого органу для зниження пнів при забезпеченні високої ефективності і мінімальної енергоємності робочого процесу. Найбільш перспективним для цих цілей є фреза з гідроприводом, обґрунтованими параметрами і компонованням, однак теоретичних і експериментальних досліджень робочих процесів про її взаємодію із пнями проведено недостатньо.

¹⁰Науковий керівник – к.т.н., доцент Шаргородський С.А., кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

Виклад основного матеріалу. Фрезеруемий пень спочатку в моделі являє собою геометричну область, що має форму циліндра висотою H_{Π} і радіусом R_{Π} (Рисунок 1). Із точки зору програмної реалізації інформація про конфігурацію пня зберігається в масиві заповнювання простору $P[i, j, k]$. Модельний тривимірний простір (L_x, L_y, L_z) розділений прямокутною рівномірною сіткою із кроком сітки d на елементарні гнізда, при цьому положення деякого гнізда визначається індексами i, j, k . Елементи масиву приймають значення $P[i, j, k] = 1$, якщо гніздо заповнене (належить пню), або $P[i, j, k] = 0$, якщо гніздо порожнє [2].

Перед початком моделювання заповнюються гнізда, що попадають в об'єм циліндричної форми, тобто для яких виконуються умови

$$\begin{cases} i^2 + j^2 < \left(\frac{R_{\Pi}}{d}\right)^2 \\ k < \frac{H_{\Pi}}{d} \end{cases} \quad (1)$$

Якщо в процесі комп'ютерного експерименту ніж фрези вступає в контакт із деяким елементарним кубом, відбувається видалення куба. При цьому сила, що діє на ніж фрези, вважається пропорційною кількості вилучених кубів в одиницю часу, а кількість кубів у модельному пні постійно зменшується. Зі зменшенням розміру елементарного куба d збільшується точність фізичного наближення, однак різко збільшується час комп'ютерних розрахунків, що викликає необхідність вибору оптимального розміру куба.

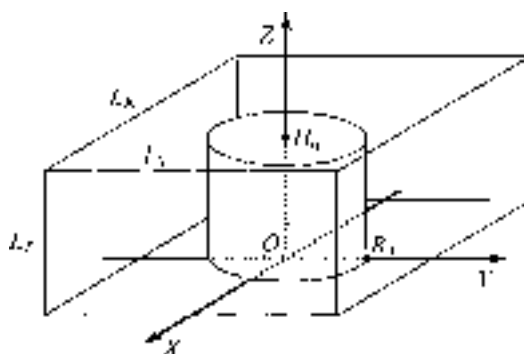


Рисунок 1 - Область простору розміром $L_x \times L_y \times L_z$, у якому проводиться моделювання і початкове представлення пня у формі циліндра.

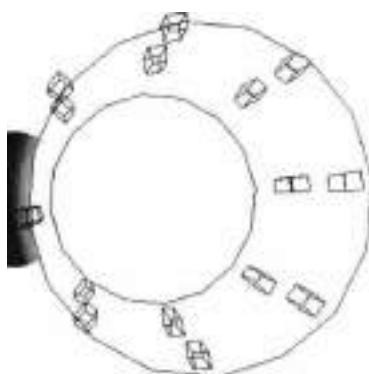


Рисунок 2 - Комплекси ножів (зображені паралелепіпедами) розташовані попарно на восьми ребрах фрезерного робочого органу

У комп'ютерних розрахунках, виконаних нижче було прийнято $d = 5$ мм, а розміри модельного простору становили $L_x = L_y = 2$ м, $L_z = 1$ м.

На кожному кроці інтегрування прораховується, чи контактує який небудь ніж фрези із пнем, і якщо контактує, у моделі проводиться поступове "подрібнення" пня, тобто коректується його форма.

Геометричне моделювання робочого органу. У рамках моделі фрезерний робочий орган містить 16 комплексів ножів.

Кожний комплекс складається з підрізного сколюючого ножа, а самі комплекси розташовуються попарно на восьми ребрах робочого органу (Рисунок 4). При цьому комплекси ножів розташовані по гвинтовій лінії.

Вважається, що підрізний і сколюючий ніж, діють одночасно, тому комплекс із двох ножів у рамках моделі об'єднаний в одну просторову фігуру – шестикутник, близький за формою до паралелепіпеда. Однак відносні внески підрізного ножа і сколюючого, у загальну силу різні і визначаються відповідними формулами.

Зупинимось докладніше на формі комплексу (Рисунок 5). Вершинами комплексу шестигранника є вісім крапок, чотири з яких лежать на утворюючих конуса-фрези (крапки 1, 2, 3 і 4 на рис. 5), а інші чотири (крапки 5, 6, 7, 8) - відстоять від поверхні конуса-фрези на відстані a_z , у напрямку прямих, що проходять через вісь робочого органу паралельно його основам. Координати точок (x, y, z) шестикутника, відносно системи координат пов'язаної з робочим органом, виражаються в такий спосіб:

$$\begin{aligned} x_1 &= r_{z1} \cdot \cos(\varphi_z + \psi / 2); & y_1 &= r_{z1} \cdot \sin(\varphi_z + \psi / 2); & z_1 &= h_z; \\ x_2 &= r_{z1} \cdot \cos(\varphi_z - \psi / 2); & y_2 &= r_{z1} \cdot \sin(\varphi_z - \psi / 2); & z_2 &= h_z; \\ x_3 &= r_{z2} \cdot \cos(\varphi_z + \psi / 2); & y_3 &= r_{z2} \cdot \sin(\varphi_z + \psi / 2); & z_3 &= h_z - b_z; \\ x_4 &= r_{z2} \cdot \cos(\varphi_z - \psi / 2); & y_4 &= r_{z2} \cdot \sin(\varphi_z - \psi / 2); & z_4 &= h_z - b_z; \\ x_5 &= (r_{z2} + a_z) \cdot \cos(\varphi_z + \psi / 2); & y_5 &= (r_{z1} + a_z) \cdot \sin(\varphi_z + \psi / 2); & z_5 &= h_z; \\ x_6 &= (r_{z1} + a_z) \cdot \cos(\varphi_z + \psi / 2); & y_6 &= (r_{z1} + a_z) \cdot \sin(\varphi_z + \psi / 2); & z_6 &= h_z; \\ x_7 &= (r_{z2} + a_z) \cdot \cos(\varphi_z + \psi / 2); & y_7 &= (r_{z1} + a_z) \cdot \sin(\varphi_z + \psi / 2); & z_7 &= h_z - b_z; \\ x_8 &= (r_{z2} + a_z) \cdot \cos(\varphi_z + \psi / 2); & y_8 &= (r_{z2} + a_z) \cdot \sin(\varphi_z + \psi / 2); & z_8 &= h_z - b_z; \end{aligned}$$

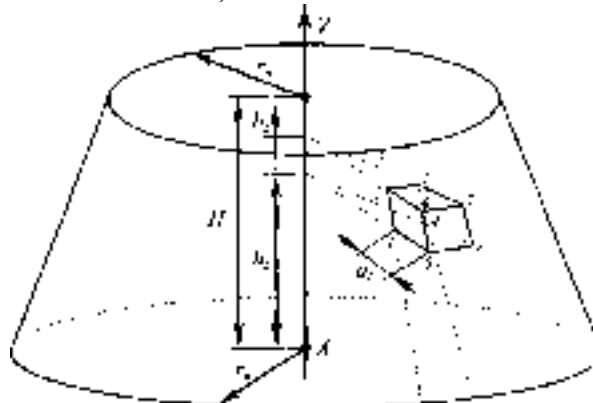


Рисунок 3 - Шестигранна форма комплексу ножів фрези в моделі

де $\phi_z = (i-1) \cdot 45^\circ$ - кутове положення комплексу і;
 ψ - кутова ширина комплексу (у розрахунках використане значення $\psi = 6^\circ$);

a_z і b_z - довжина і висота комплексу;

$h_z = H - (H - b_z) \cdot \frac{i-1}{15}$ - положення комплексу і по висоті;

$r_{z1} = r_g + (r_n - r_g) \cdot \frac{H - h_z}{H}$ - відстань близької грані комплексу від осі фрези;

$r_{z12} = r_g + (r_n - r_g) \cdot \frac{H - h_z + b_z}{H}$ - відстань далекої грані комплексу від осі фрези.

Для опису роботи фрезерної машини для зниження пнів використовуємо диференціальне рівняння обертання твердого тіла навколо нерухомої осі [70]:

$$J_{np} \frac{d\omega}{dt} = M_{\text{об}} - M_{\text{сф}} \quad (2)$$

де J_{np} - приведений момент інерції обертючих мас до валу гідромотора кгм^2 ;

ω - кутова швидкість валу гідромотора, с^{-1} ;

$M_{\text{об}}$ - рушійний момент, що розвивається гідромотором, Нм;

$M_{\text{сф}}$ - момент опору фрезеруванню деревини пня, Нм.

Приведений момент інерції обертючих мас до валу гідромотора можна розрахувати по формулі:

$$J_{np} = J_{\text{зид}} + J_{\text{д}}, \text{ кг м}^2 \quad (3)$$

де $J_{\text{зид}}$ - момент інерції обертючих елементів гідромотора, кг м^2 ;

$J_{\text{д}}$ - момент інерції фрезерного робочого органу, кг м^2 ;

Рушійний момент, що розвивається гідромотором, обчислюється по формулі:

$$M_{\text{об}} = \frac{\eta_n \cdot q_m \cdot p}{2\pi\eta_0}, \quad (4)$$

де η_n - повний ККД гідромотора; η_0 - об'ємний ККД гідромотора; q_m - робочий об'єм гідромотора, $\text{м}^3/\text{об}$; p - перепад тисків робочої рідини між порожнинами нагнітання і зливу гідромотора, Па:

$$p = p_1 - p_0, \quad (5)$$

де p_1 - тиск робочої рідини в порожнині нагнітання гідромотора, Па;

p_0 - тиск робочої рідини в порожнині зливу гідромотора, Па.

Значення тисків робочої рідини можна визначити з рівняння сталості витрати робочої рідини, що подається в гідромотор від насоса p_1 і p_0 , що виходить із гідромотора на злив.

Момент опору фрезеруванню $M_{\text{сф}}$ пропорційний кількості вилучених елементарних кубів пня в одиницю часу, визначаємо по формулі:

$$M_{\text{сф}} = k_M \frac{dN}{dt} (r_{\text{нод}} F_{\text{нод}} + r_{\text{скл}} F_{\text{скл}}) \cdot R_p \cdot \text{sign}(\omega) - k_6 \omega, \quad (6)$$

де
 k_m - коефіцієнт, що визначає силу опору при видаленні елементарного куба, с;
 N_p - кількість вилучених елементарних кубів пня;
 $r_{пол}$ і $r_{скл}$ - коефіцієнти, що визначають відносний внесок сил $F_{под}$ і $F_{скл}$ із боку підрізного і сколюючого ножів, м;
 R_p - середня відстань, що віддаляються елементарних кубів від осі фрези, м;
 $sign(\omega)$ - функція, що повертає знак ω ;
 k_6 - коефіцієнт опору тертя при обертвовому русі фрези, Нмс/рад.
Сила з боку підрізного ножа розраховується по формулі [38, 25]:

$$F_{под} = k_{под} \cdot \left(h_{под} + \left(\frac{\mu_{под}}{tg(\delta_n)} + 1 \right) c_{под} \cdot h_{под} \right) \quad (14)$$

Де $h_{под} = 0.12 \cdot \frac{h_{под}}{2\pi\omega}$ - подача на ріжучий ніж, м;

$k_{под}$ - питомий опір перерізанню, Н/м²; $\mu_{под}$ - коефіцієнт тертя деревини по ножу; δ_n - кут різання передньої ріжучої крайки; $c_{под}$ - коефіцієнт пропорційності, постійний для даного ножа й оброблюваної деревини.

Сила з боку, сколюючого ножа $F_{скл}$ розраховується по формулах. Сила являє собою сумарне зусилля (Рисунок б), що виникає на робочих поверхнях різця в процесі різання деревини, а саме на передній грані, на лезі і на задній грані. Тому, для того щоб одержати аналітичний вираз цієї сили, необхідно розглянути кожену робочу поверхню різця окремо. У цьому випадку дотична сила буде еквівалентна системі сил, а саме - $F_{л\tau}$ - дотична сила на лезі ножа, сила $F_{п\tau}$ - дотична сила на передній грані ножа і сила $F_{з\tau}$ - дотична сила на задній грані ножа [26, 61]:

$$F_{\tau} = F_{л\tau} + F_{п\tau} + F_{з\tau} \quad (15)$$

Дотична $F_{л\tau}$ сила на лезі одного ножа визначається по наступній формулі:

$$F_{л\tau} = \frac{2}{\pi} \rho H_{\tau} (\pi - \beta) \left(\cos\left(\alpha + \frac{\beta}{2}\right) + f_{mp} \sin\left(\alpha + \frac{\beta}{2}\right) \right) \quad (16)$$

де α - задній кут; β - кут загострення; ρ - радіус округлення леза, м;
 H_{τ} - статична твердість деревини в тангенціальному напрямку, Н/м²;
 f_{mp} - коефіцієнт тертя деревини о ріжучий елемент.

Дотична $F_{п\tau}$ сила на передній грані одного ножа визначається по формулі:

$$F_{п\tau} = L \sigma_{см,r} (\sin(\delta) + f_{mp} \cos(\delta)) \quad (17)$$

де δ - кут різання;
 L - зона зіткнення передньої грані ножа з деревиною, м;
 $\sigma_{см,r}$ - межа міцності деревини на зминання поперек волокон у радіальному напрямку, Н/м.

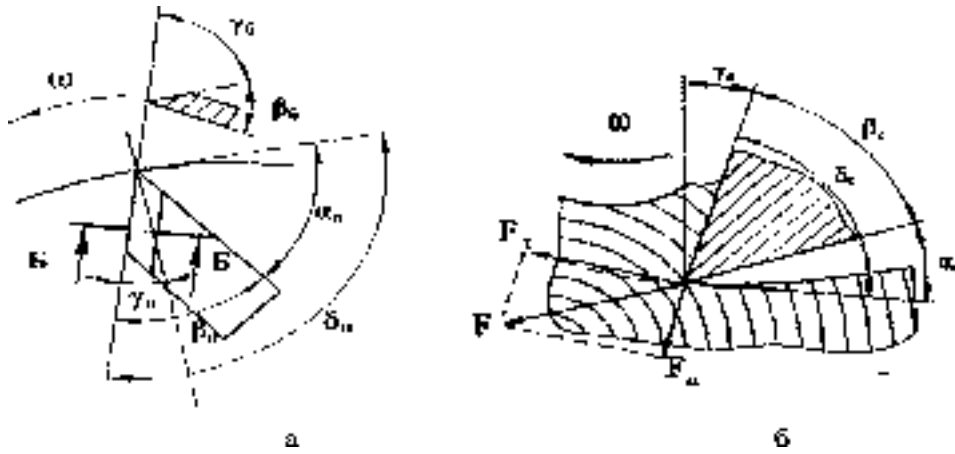


Рисунок 4 - Схема взаємодії підрізного ножа (а) сколюючого ножа (б) з деревиною пня

Для визначення дотичної F_{3m} сили на задній грані ножа, маємо наступний вираз:

$$F_{3r} = \frac{1}{2} H_r \rho (\cos(\alpha) + \cos(\delta)) (f_{mp} \operatorname{ctg}(\alpha) - 1); \quad (18)$$

де H_r - статична твердість деревини в радіальному напрямку, H/m^2 .

Таким чином, на робочий орган діють системи дотичних одиничних сил, прикладених у крапках лінії контакту. Тоді рівнодіючу дотичних систем можна визначити по наступній формулі:

$$F_{скл} = F_r = \frac{2}{\pi} \rho H_r (\pi - \beta) \left(\cos\left(\alpha + \frac{\beta}{2}\right) + f_{mp} \sin\left(\alpha + \frac{\beta}{2}\right) \right) + L \sigma_{см.р} (\sin(\delta) + f_{mp} \cos(\delta)) + \frac{1}{2} H_r \rho (\cos(\alpha) + \cos(\delta)) (f_{mp} \operatorname{ctg}(\alpha) - 1) \quad (19)$$

Підставивши знайдені вирази $M_{дв}$ і $M_{сф}$ у вихідне рівняння (9), одержимо диференціальне рівняння руху робочого органу із приводом від гідромотора:

$$J_{np} \frac{d\omega}{dt} = \frac{\eta \cdot q \cdot p}{2 \cdot \pi \cdot \eta_0} - k_M \frac{dN_p}{dt} \left\{ r_{нод} \left[k_{нод} \cdot \left(0,12 \cdot \frac{v_{нод}}{2\pi\omega} + \left(\frac{\mu_{нод}}{\operatorname{tg}(\delta_n)} + 1 \right) c_{нод} \cdot 0,12 \cdot \frac{v_{нод}}{2\pi\omega} \right) \right] + r_{см} \cdot \left[\frac{2}{\pi} \rho H_r (\pi - \beta) \left(\cos\left(\alpha + \frac{\beta}{2}\right) + f_{mp} \sin\left(\alpha + \frac{\beta}{2}\right) \right) + L \sigma_{см.р} (\sin(\delta) + f_{mp} \cos(\delta)) + \frac{1}{2} H_r \rho (\cos(\alpha) + \cos(\delta)) (f_{mp} \operatorname{ctg}(\alpha) - 1) \right] \right\} R_p \cdot \operatorname{sign}(\omega) - k_6 \omega \quad (20)$$

Для можливості більш повного аналізу динамічних процесів у гідроприводі фрезерної машини, рівняння (21) повинно бути доповнене другим диференціальним рівнянням, яке описує витрату робочої рідини [80, 83, 85].

Це рівняння має вигляд:

$$\frac{dp}{dt} = \frac{1}{K_p} \cdot (q_H n_H - q_M \omega_M - a_V p) \quad (21)$$

де

K_p - коефіцієнт піддатливості пружних елементів гідроприводу, m^5/H ;

q_H - робочий об'єм насоса, $\text{м}^3/\text{об}$; q_M - робочий об'єм гідромотора, $\text{м}^3/\text{об}$;
 n_H - частота обертання валу насоса, с^{-1} ; ω - кутова швидкість обертання валу гідромотора, с^{-1} ; a_y - коефіцієнт витоків, $\text{м}^5/(\text{с Н})$.

При моделюванні динамічних процесів у розглянутому гідроприводі рівняння (20) і (21) розглядаються спільно як система.

Динамічні процеси в гідроприводі фрезерного робочого органу для зниження пнів описуються системою диференціальних рівнянь (20, 21). Вирішуючи систему з використанням чисельних методів, можна знайти дві змінні системи $p(t)$ і $\omega(t)$.

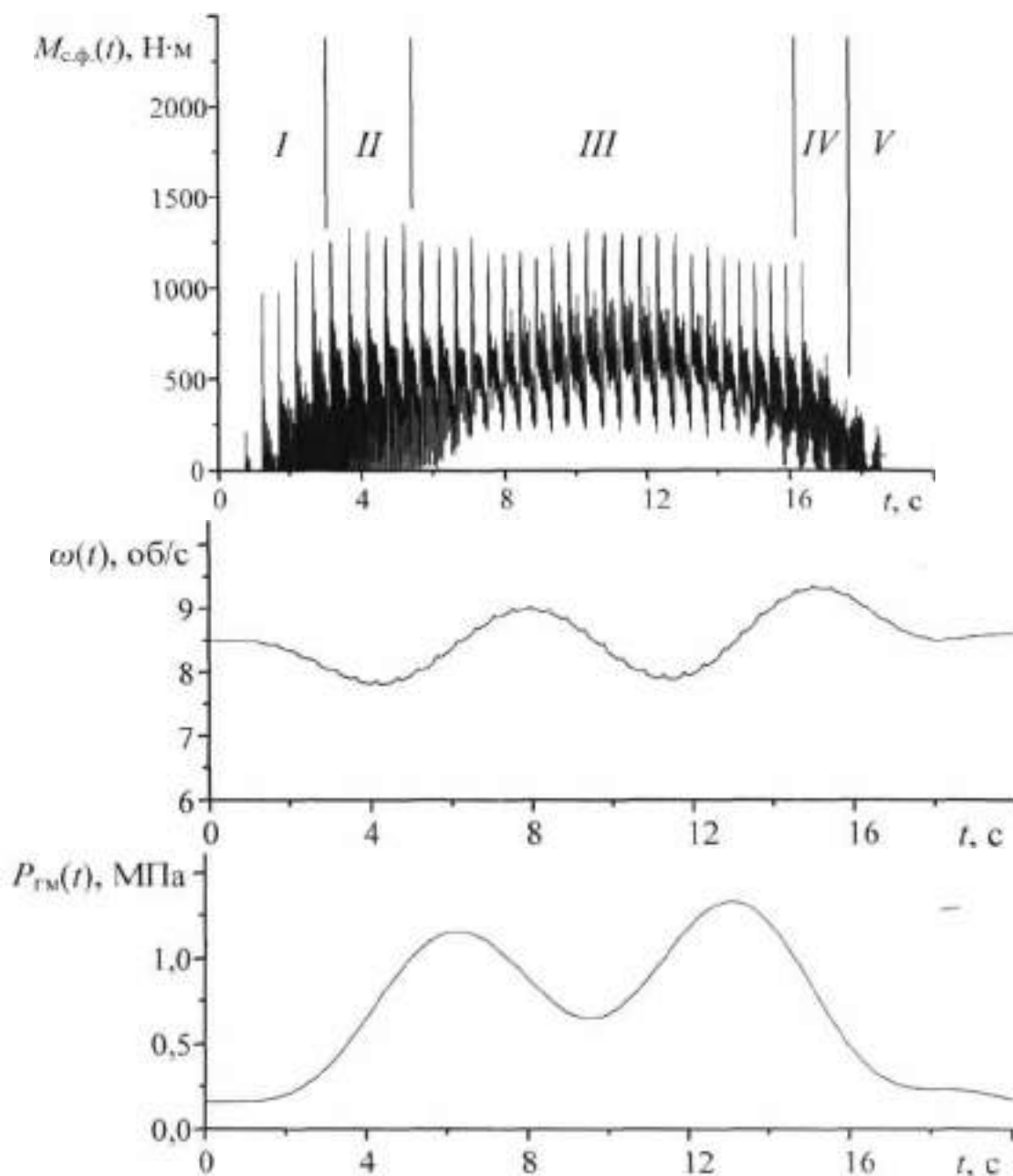


Рисунок 5 - Результати чисельного експерименту

Процес подрібнення пня можна розділити на п'ять етапів по характеру взаємодії ножів фрези із пнем.

На першому етапі відбуваються окремі торкання ножів фрези до пня. На графіку моменту опору видні окремо віддалені піки пилоподібної форми, а частота і тиск практично не змінюються і порівнянні з вільним обертанням.

На другому етапі фреза вже досить заглиблена в пень, щоб кожний ніж проходив порівняно велику відстань по дузі контакту. На графіку $M_{сф}(t)$ піки поступово збільшуються по амплітуді і зливаються між собою. Одночасно падає частота обертання робочого органу (приблизно на 20%) і, як наслідок, швидко росте тиск на підданому гальмуванню гідромоторі.

На третьому етапі поверхня контакту фрези і пня стає настільки великою, що фреза починає взаємодіяти із пнем не окремими парами комплексів ножів, а по дві або навіть по три пари (у випадкові пнів великого діаметра). При цьому графік $M_{с.ф.}(0)$ уже не знижується до нульових значень, окремі піки на даному етапі перетворилися в суцільну, але трохи порізану криву.

Протягом даного етапу виникають періодичні коливання функцій $\omega(t)$ і $P_{гм}(t)$, обумовлені негативним зворотним зв'язком між частотою обертання фрези і тиском у гідромоторі. Період таких коливань досить великий (порядку 2 с), амплітуда також значна (20 - 40%). Природно очікувати, що амплітуду коливань частоти і тиску можна знизити, якщо зменшити швидкість подачі робочого органу.

На четвертому етапі поверхня контакту фрези і майже подрібненого пня різко зменшується, у зв'язку із чим фреза знову торкається пня в кожний момент часу тільки однієї парою комплексів ножів. На даному етапі графік $M_{с.ф.}(t)$ знов поступово перетворюється в окремі піки, а графіки $\omega(t)$ і $P_{гм}(t)$ виходять на насичення.

П'ятий етап - видалення залишків пня, на якому $M_{сф}$ уже дуже малий, внаслідок швидко зменшеної поверхні різку. На цьому етапі $P_{гм}(t)$ швидко спадають до нульових значень, а $\omega(t)$ виходить на частоту холостого ходу.

На графіку $\omega(t)$ можна помітити "зубчики" - незначні підвищення частоти з інтервалом приблизно 0,1 с. Очевидно вони виникають за рахунок стрибкоподібного розвантаження фрези в моменти сходу пари комплексів ножів з пня.

Максимальна сила на комплексі ножів протягом експерименту становить $F_{max} = 1,039$ кН, робота з подрібнення пня становить $A = 43,38$ кДж.

Висновки. Обґрунтовано процес взаємодії фрези із пнем. Запропоновано робочий орган з гідроприводом і новим компонованням сколюючих і підрізних ножів.

Розроблена математична модель функціонування фрезерної машини з обертанням фрези від гідромотора. Модель відтворює основні фізичні процеси, що відбуваються в механічній і гідравлічній підсистемах машини, процеси взаємодії ножів з деревиною і поступове подрібнення пня. По заданих параметрах фрезерного робочого органу і умовам її експлуатації модель дозволяє визначити тимчасові залежності основних динамічних характеристик (моменту опору фрезерування, кутової швидкості, тиску на гідромоторі), максимальну силу, що виникає на ножах, а також загальні енергетичні витрати на фрезерування пня.

Список використаних джерел

1. Biermann D., Sacharow A., Wohlgemuth K. Simulation of the BTA deep-hole drilling process // Production Engineering Res. Devel. 2009. P. 339-346.
2. Lu X., Chen F., Altintas Y. Magnetic actuator for active damping of boring bars // CIRP Annals-Manufacturing Technology. 2014. P. 369-372.
3. Matsubara A, Maeda M, Yamaji I. Vibration suppression of boring bar by piezoelectric actuators and LR circuit // CIRP Annals-Manufacturing Technology. 2014. P. 373-376.
4. Ivanov M.I., Rutkevych V.S., Kolisnyk O.M., Lisovoy I.O. Research on the block-portion separator parameters influence on the adjustment range of operating elements speed. INMATEH - Agricultural Engineering. 2019. Vol. 57/1. P. 37–44.
5. Іванов М.І., Шаргородський С.А., Руткевич В.С. Підвищення експлуатаційної ефективності блочно-порційного вивантажувача консервованих кормів шляхом гідрофікації привода робочих органів. *Промислова гідравліка і пневматика*. 2013. №1(39). С. 91–96.

Олексій ПОЛЩУК¹¹,

студент 4 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

EOSDA CROP MONITORING В ЗАСТОСУВАННІ ТЕХНОЛОГІЇ NO-TILL

***Анотація.** Багато фермерів зацікавлені технологією No-Till завдяки його економічності. Переваги такої технології було написано в статті. У даний момент є онлайн-інструмент для сільського господарства, який значно полегшує прийняття рішень щодо сівозміни та, зокрема, застосування режиму No-till - EOSDA Crop Monitoring. Більше цікавої інформації можна дізнатись прочитавши статтю.*

***Annotation.** Many farmers are interested in No-Till technology because of its cost-effectiveness. The advantages of such technology were written in the article. At the moment, there is an online tool for agriculture that makes it much easier to make decisions about crop rotation and, in particular, the application of the No-till regime - EOSDA Crop Monitoring. You can find out more interesting information by reading the article.*

***Вступ.** Обробіток ґрунту — це практика перекопування, перевертання або іншого перемішування ґрунту механічними інструментами — зазвичай плугом або диском. Обробіток послаблює ущільнення ґрунту, допомагає знищити бур'яни та включає покривні культури для підвищення родючості*

¹¹Науковий керівник: завідувач кафедри агроінженерії та технічного сервісу Гунько І.В.

грунту. Це важливі переваги, але обробка ґрунту також робить ґрунт вразливим до ерозії та знищує важливі грибкові мережі під землею. Обробіток ґрунту також паливо і трудомісткий. Деякі фермери, як звичайні, так і органічні, практикують скорочений обробіток ґрунту або намагаються взагалі відмовитися від нього.

No-till землеробство не є чимось новим. Його використовували ще 10 000 років тому. Але в міру вдосконалення конструкції плуга та методів виробництва під час європейської сільськогосподарської революції в 18-му та на початку 19-го століть обробка землі ставала все більш популярною. Фермери прийняли цей метод, оскільки він дозволяв їм висаджувати більше насіння, витрачаючи менше зусиль [1].

Переваги нульового землеробства є економічними та екологічними. Фермер, який не обробляє землю, побачить збільшення органічних речовин у ґрунті та зменшення кількості ерозії. Більше органічної речовини та менше ерозії означає більше родючості, менше добрив і вищі врожаї. Крім того, завдяки прогресу в покривних культурах і сидератах фермери, які займаються нульовим обробітком землі, можуть значно скоротити використання дорогих гербіцидів. Враховуючи поєднання екологічних та економічних переваг цієї практики, легко зрозуміти, чому нульове землеробство набуло поширення у Вірджинії та країні.

Багато фермерів обирають цей спосіб підготовки землі через його економічність. Справді, список ресурсів, які можна заощадити, вражає: пальне. Витрати знижуються в середньому на 30-40%, з 60 л/га до 45-40 л/га. Враховуючи нинішню ціну на дизельне паливо в Україні, один гектар заощадить близько 100-200 гривень; Знизити попит на трудові ресурси без втрати продуктивності; Зменшити кількість обладнання, що використовується для обробки. Зазвичай для площі 2500 га потрібно 64 одиниці (21 проект). У разі no-till необхідна кількість у 5 разів менша (11-13 машин); Заощаджені кошти йдуть на відновлення землі після водної чи вітрової ерозії.

Ще однією економічною перевагою мінімальної обробки можна сміливо назвати раціональне використання мінеральних добрив. Подрібнена солома і зелень наповнюють ґрунт азотом і органічними речовинами, тому потреба в мінеральних речовинах значно знижується [2].

З No-Till фермер втратив можливість механічно контролювати бур'яни за допомогою обробітку ґрунту. Біотехнологія отримала певну заслугу у збільшенні кількості акрів без обробітку, оскільки такі технології, як Roundup Ready, зробили боротьбу з бур'янами за допомогою гербіцидів дуже ефективною як за продуктивністю, так і за вартістю. Гербіциди із залишковою дією можуть допомогти зупинити ріст бур'янів після посадки. Пропашні культиватори майже залишилися в минулому для звичайних фермерів. Раніше поля під час вегетаційного періоду тягнули культиватор між рядами, щоб уповільнити ріст бур'янів, щоб дати посівам можливість закрити відкритий простір і затінити бур'яни. Вирощування просапних культур потребує таких ресурсів, як час, праця, паливо та спричиняє знос обладнання. Зараз використовують покривні культури на деяких наших гектарах без обробки, і деякі покриви добре пригнічують бур'яни. Однією з таких обкладинок є

жито. Органічний нульовий обробіток досягається шляхом вирощування зернових покривних культур жита, які згодом припиняються за допомогою котка-обжимника перед посівом. Густих килимок жита не дає бур'янів.

Існує ризик перенесення хвороб рослин, якщо пожнивні рештки не закладені в ґрунт після збору врожаю. Залишки служать збудниками хвороб і можуть заразити наступні культури. Проте фермери можуть пом'якшити цю ситуацію, чергуючи культури, які не сприйнятливі до тих самих захворювань.

Потрібен час, щоб побачити переваги no-till. Не можна взяти ферму, яка оброблялася 50 і більше років, і сподіватися на значний приріст урожайності через один сезон. Важливо терпіння. Ґрунту потрібен час, щоб відновити структуру, і це не відбувається відразу [3].

No-till вимагає поверхневого внесення досходових або післясходових гербіцидів для боротьби з бур'янами. Може знадобитися одне або два правильно визначені за часом застосування. Щоб забезпечити більш надійну ефективність гербіцидів для пізніших культур (наприклад, зернових, сорго, сої), застосуйте передпосівний залишковий гербіцид у дозі від половини до двох третин рано навесні, коли висока ймовірність опадів для загортання. Таке застосування часто усуває потребу в гербіцидах, що випаляють, і оскільки бур'яни знищуються на початку вегетаційного періоду, втрати вологи в ґрунті зменшуються. Для повного сезонного контролю бур'янів використовуйте друге легше передсходове внесення гербіциду під час посадки, післясходової обробки або культивування культури.

Посадка без обробки добре підходить для багатьох ґрунтів. При рівномірному розподілі решток збільшує проникнення води та зменшує випаровування вологи з ґрунту.

Використання No-till на погано дренованих ґрунтах, вкритих великою кількістю решток, затримує нагрівання ґрунту та висихання ранньою весною, що затримує проростання та появу сходів. Коли більш холодні та вологі ґрунти викликають занепокоєння з ранніми датами посіву, використовуйте насадки для нульового обробітку, призначені для переміщення решток, але не ґрунту, з ряду. Fall strip-till полегшує утеплення та осушення рядків і може бути кращим вибором.

EOSDA Crop Monitoring (рис. 1) — це онлайн-інструмент для сільського господарства, який значно полегшує прийняття рішень щодо сівозміни та, зокрема, застосування режиму No-till. Це дозволяє проводити комплексний моніторинг та аналіз стану рослинності в режимі реального часу, а також за останні п'ять років. Отримавши погодні умови за кілька років разом із даними про індекси вегетації, фермери можуть вибрати найбільш підходящу культуру з урахуванням конкретних кліматичних потреб кожної рослини. Простіше кажучи, вони можуть вибрати найбільш підходящу культуру для конкретного поля [4].

Супутниковий моніторинг (рис. 2) дозволяє вам керувати своїми полями онлайн, не виходячи з офісу чи будинку, отримувати повідомлення про будь-які зміни стану посівів електронною поштою, та вчасно вживати необхідних заходів.

- Вегетаційні індекси (NDVI, NDRE, MSAVI, ReCI)
- Зонування (диференційоване внесення добрив, точкове зрошення)
- Історична погода, прогноз погоди на 14 днів, оповіщення про погодні ризики.
- Стадії зростання та дані про сівозміну
- Скаутінг



Рис. 1. EOSDA Crop Monitoring



Рис. 2. Супутниковий моніторинг

Завдяки тому, що всі ці дані об'єднані в один екран, фермери не лише заощають гроші та ресурси на моніторинг поля, а й збільшують урожайність та прибуток.

Погодні дані (рис. 3) надають можливість виявляти закономірності погодних умов на конкретних полях, поряд з інформацією про зміну вегетаційного індексу, стадії зростання культур, накопичених опадів та вплив даних факторів на здоров'я ваших посівів, щоб ефективно планувати роботи на полях.

- Щоденні погодні дані (температура, опади, вітер, хмарність, вологість)
- Архів погодних даних за 5 років
- Точний прогноз погоди на 14 днів.
- Аналіз критичних погодних ризиків



Рис. 3. Зображення погодних даних

Історичні, поточні та прогнозовані дані про погоду допомагають фермерам запобігти втраті врожаю та прибутку через погодні явища завдяки моніторингу рівня опадів та вологості ґрунту.

Повідомляє про останні критичні негативні зміни NDVI (нове зображення + значення індексу) Рейтинг полів (рис. 4) дозволяє користувачам сортувати свої поля за дев'ятьма різними критеріями та завантажувати дані у вигляді електронної таблиці у .xls та .pdf форматах.

- Повідомлення про нові знімки ваших полів
- Аномальні зміни NDVI (у порядку зменшення від найнегативнішого)
- Розширені можливості сортування полів (9 критеріїв)
- Таблиця рейтингу полів, що скачується (pdf / xls)

Автоматичне відстеження негативних змін NDVI дозволяє фермерам підтримувати здоров'я посівів та підвищувати врожайність.

Зонування (рис. 5) дає фермеру точне уявлення потреб поля, ґрунтуючись на продуктивності відповідно до значеннями NDVI у різних зонах поля. Це допомагає розумно вносити добрива та виробляти полив, що дозволяє ефективніше обробляти поля.

- Картки Продуктивності (на основі NDVI)
- Диференційоване внесення добрив та точкове зрошення
- Оптимальний розподіл насіння
- Рекомендації щодо розподілу азотних добрив

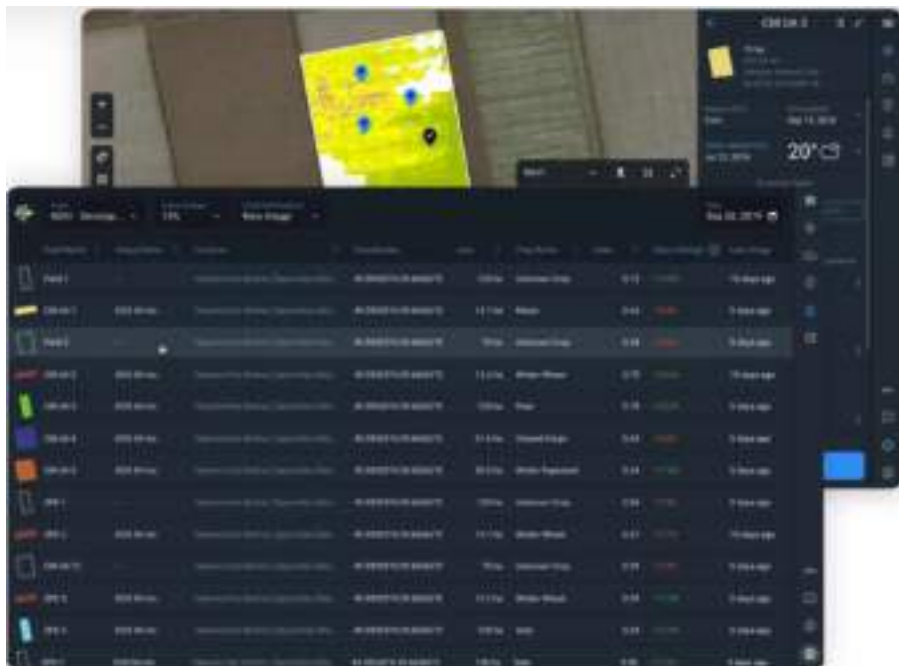


Рис. 4. Автоматизоване рейтингу поля

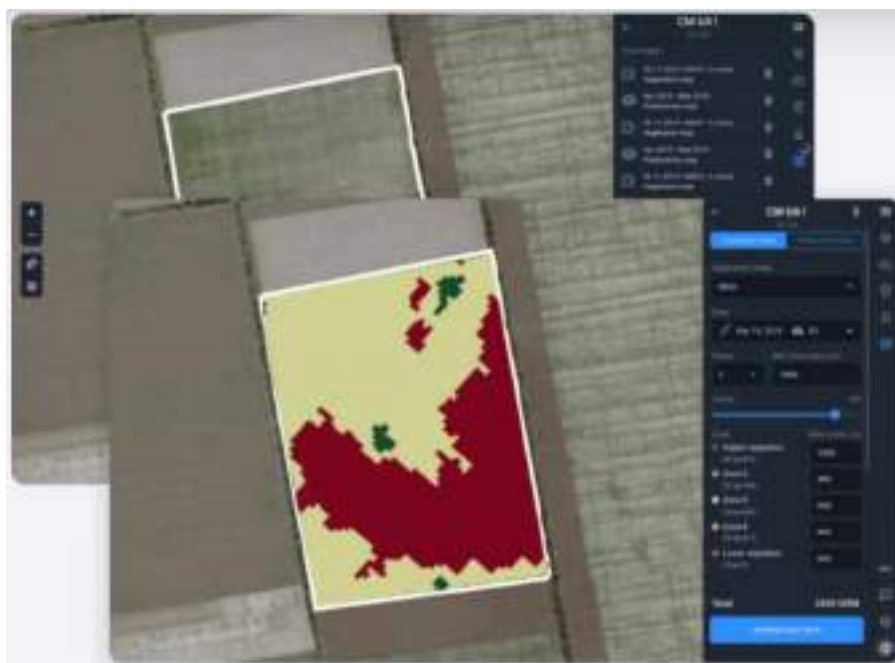


Рис. 5. Зонування поля

Результатом є правильне оброблення поля, що забезпечує зростання прибутку за рахунок збільшення врожайності.

Скаутинг (рис. 6) дозволяє фермерам, агротрейдерам та страховим компаніям оцінювати проблемні області з максимальною точністю та мінімальними втратами часу. Створюйте завдання та діліться результатами в груповому обліковому записі, відстежуючи ефективність роботи скаутів онлайн та офлайн.

- Автоматичне виявлення проблемної зони
- Ефективне керування завданнями скауту
- Завантажені звіти
- Точність на основі GPS даних
- Офлайн / онлайн режим

Автоматизація процесу скаутингу дозволяє менеджерам та скаутам синхронізувати зусилля, заощадити час, знизити витрати та збільшити врожай у довгостроковій перспективі.

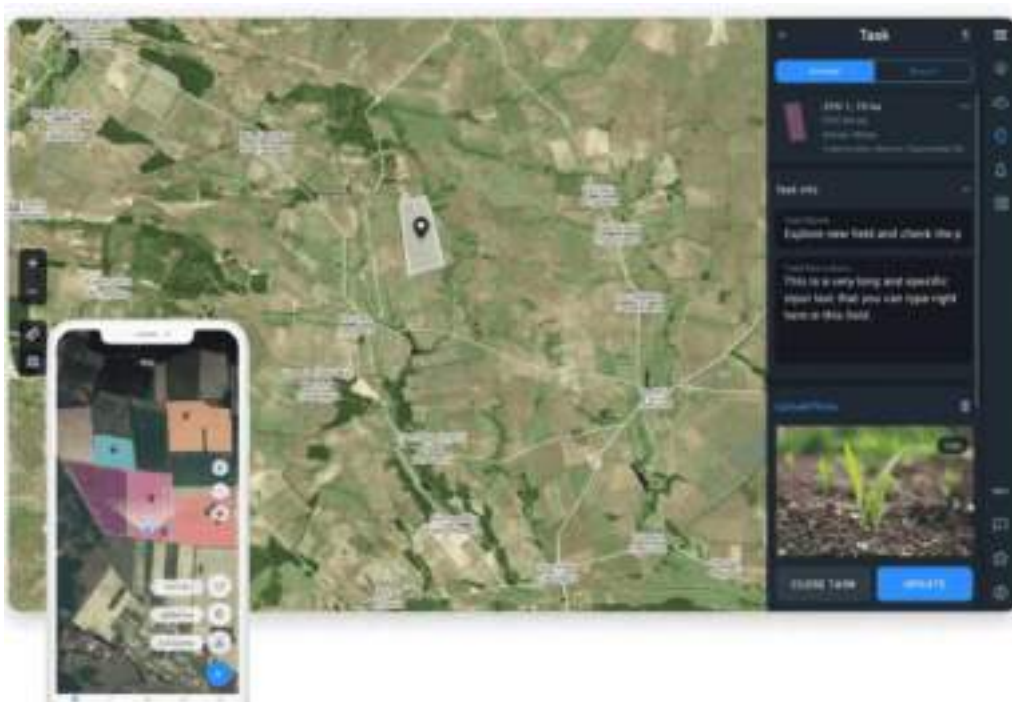


Рис. 6. Ілюстрація процесу скаутингу

Платформа є універсальним рішенням, яке об'єднує різні типи даних (стан врожаю, погодні умови, сівозміну, діяльність у полі, висоту над рівнем моря, вологість ґрунту та безліч інших типів) у одному місці [5].

Полевий моніторинг забезпечує своєчасне виявлення проблем зі здоров'ям посівів, включаючи стрес, холод/воду, хвороби, шкідників, бур'яни тощо. Виявлення цих аномалій на ранній стадії прискорює процес прийняття рішень, дозволяючи виробникам заощадити час, зменшити витрати та збільшити врожайність. Функціональність командного облікового запису дозволяє власникам полів, розвідникам, страховикам, консультантам, постачальникам ресурсів, та інші клієнти для доступу до важливої інформації про поля та посіви з того самого облікового запису. Власники команд вирішують рівень доступності для кожного окремого користувача. Покращена супутникова розвідка покращує керування полями завдяки точному виявленню проблемних ділянок, керуючи розвідниками на полях, заощаджуючи їхній час і зусилля. Більше жодних здогадок! Вся справа в точності. Власники полів можуть встановлювати розвідувальні завдання в Інтернеті за допомогою супутникових карт, а платформа автоматично сповіщає одержувача. Скаути можуть працювати в полях за допомогою мобільної версії програми навіть без підключення до Інтернету завдяки автономному режиму, додаючи до звітів дані про загрози та знімки стресових культур. Точні місцеві 14-денні прогнози погоди на рівні поля в поєднанні з історичними прогнозами погоди, доступними з 1979 року, дозволяють фермерам значно покращити планування польових робіт (обробка ґрунту, посів, обприскування, внесення добрив, збір урожаю тощо). Карти рослинності та продуктивності, створені безпосередньо

на платформі з використанням надійних супутникових даних та індексів рослинності, дозволяють виробникам виконувати змінні норми внесення насіння, добрив і пестицидів, мінімізуючи витрати коштів і ресурсів, одночасно максимізуючи врожайність. Масив супутникових індексів, включаючи NDVI, надає важливі дані про стан посівів на різних етапах їх росту, що дозволяє фермерам приймати найбільш обґрунтовані та своєчасні рішення. Карти рослинності та продуктивності, створені безпосередньо на платформі з використанням надійних супутникових даних та індексів рослинності, дозволяють виробникам виконувати змінні норми внесення насіння, добрив і пестицидів, мінімізуючи витрати коштів і ресурсів, одночасно максимізуючи врожайність. Масив супутникових індексів, включаючи NDVI, надає важливі дані про стан посівів на різних етапах їх росту, що дозволяє фермерам приймати найбільш обґрунтовані та своєчасні рішення. Карти рослинності та продуктивності, створені безпосередньо на платформі з використанням надійних супутникових даних та індексів рослинності, дозволяють виробникам виконувати змінні норми внесення насіння, добрив і пестицидів, мінімізуючи витрати коштів і ресурсів, одночасно максимізуючи врожайність. Масив супутникових індексів, включаючи NDVI, надає важливі дані про стан посівів на різних етапах їх росту, що дозволяє фермерам приймати найбільш обґрунтовані та своєчасні рішення [6].

Висновок. Технологія No-Till за своїми особливостями має очевидні переваги у використанні. Багато фермерів вибирають саме цей метод. За допомогою EOSDA Crop Monitoring спрощується використання технології No-Till.

Список використаних джерел

1. Ключові Функції EOSDA Crop Monitoring Для Сільського Господарства. EOS Data Analytics. веб-сайт. URL: <https://eos.com/ru/products/crop-monitoring/key-functions/> (дата звернення: 08.10.2023).
2. EOSDA Crop Monitoring | LinkedIn. LinkedIn: Log In or Sign Up. веб-сайт. URL: <https://www.linkedin.com/products/eos-data-analytics-eos-crop-monitoring/> (дата звернення: 08.10.2023).
3. EOSDA Crop Monitoring. GetApp. веб-сайт. URL: <https://www.getapp.ca/software/2053948/eos-crop-monitoring> (дата звернення: 08.10.2023).
4. EOSDA Crop Monitoring. Capterra. веб-сайт. URL: <https://www.capterra.ca/software/195553/eos-crop-monitoring> (date of access: 08.10.2023).
5. EOSDA Crop Monitoring Guide: Learn How To Use Our Software. EOS Data Analytics. веб-сайт. URL: <https://eos.com/user-guide/crop-monitoring/> (дата звернення: 08.10.2023).
6. EOSDA Crop Monitoring: Farm Software For Agricultural Sector. EOS Data Analytics. веб-сайт. URL: <https://eos.com/products/crop-monitoring/> (дата звернення: 08.10.2023).

Денис ВОЛИНСЬКИЙ¹²,
студент 3 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ 3D ДРУКУ ПРИ СТВОРЕННІ МАКЕТНИХ ЗРАЗКІВ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ

***Анотація.** Сьогодні наступила ера новітніх технологій, з появою якої людство отримало змогу, самостійно виготовляти різні спеціалізовані речі. У наш час вже необов'язково будувати будівлі із цегли, чи йти на виробництво заради обробітку металу, усе це замінили станки та обладнання з програмним керуванням, які в найближчому часі будуть зустрічатись чи не у кожному домі.*

Розвиток сучасних галузей інженерії та машинобудування не можливий без використання у діяльності сучасних засобів моделювання та макетування. Такими засобами виступають сучасні 3D принтери. Слід зауважити, що поява 3D принтерів досить спростила роботу спеціалістів, оскільки розробляти макети робочих органів (плугів, сівалок, культиваторів) та енергетичних засобів стало набагато легше і з меншими витратами.

У статті більш детально показано різні способи 3D друку їх переваги та недоліки.

***Ключові слова.** макет, принтер, 3D друк, моделювання, макетний зразок, робочий орган, інженерний пластик.*

***Annotation.** Today, the era of the latest technologies has come, with the advent of which humanity has been able to independently manufacture various specialized things. Nowadays, it is no longer necessary to build buildings from bricks, or to go to the factory for metal processing, all this has been replaced by machine tools and equipment with software control, which in the near future will be found in almost every home.*

The development of modern branches of engineering and mechanical engineering is not possible without the use of modern modeling and modeling tools. Modern 3D printers act as such means. It should be noted that the advent of 3D printers has greatly simplified the work of specialists, as it has become much easier and less expensive to develop models of working bodies (plows, planters, cultivators) and power tools.

The article shows in more detail different methods of 3D printing, their advantages and disadvantages.

***Keywords.** model, printer, 3D printing, modeling, mockup, working body, engineering plastic.*

***Вступ.** Типів 3D-принтерів у світі дуже багато, тому слід виділити їхні основні сім'ї, кожна з яких має свої характерні особливості:*

¹²Науковий керівник – к.т.н., старший викладач Луц П. М., кафедра машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

- порошкові;
- лазерні / світлодіодні (оптичні);
- ін'єкційні.

Також попри це все слід зауважити, що ін'єкційні принтери, які найбільш поширені, мають характерні відмінності між собою, оскільки вони є трьох основних видів [1]:

- дельтоподібні;
- з підйомним столом;
- з рухомим столом.

Кожен з цих видів має свої переваги та обмеження, і вибір залежить від ваших потреб щодо друку.

Актуальність теми дослідження. Агроінженерія та машинобудування є важливими галузями, які впливають на сучасне сільське господарство та сільськогосподарську продуктивність.

Друк за допомогою тривимірного моделювання стає все більш актуальним у цих галузях з наступних важливих причин: дозволяє інженерам створювати прототипи та моделі, що значно прискорює процес розробки та дозволяє виявити проблеми ще на етапі проектування; дозволяє створити запасні частини для сільськогосподарської техніки; створенням точної копії компонентів; зменшення витрат на виробництво обладнання та компонентів завдяки оптимізації матеріалів та виробничих процесів. Наприклад, макетування обладнання для пресування було застосовано перед складанням обладнання для дослідження процесу виготовлення паливних брикетів з ріпакової соломи [2].

Загалом, 3D друк стає важливим інструментом для покращення ефективності та розвитку сільськогосподарської та машинобудівної галузей.

Виклад основного матеріалу. Розкриваючи питання переліку видів принтерів для тривимірного друку до основних груп можливо віднести три найбільш поширені.

Група порошкових принтерів (тинта) – це не звичайне чорнило, а порошкова суміш, така як целюлоза або гіпс. З цього конгломерату пилю принтер будує модель. Дана модель не підходить для інженерних випробувань, оскільки найчастіше не відповідатиме технічним вимогам міцності – є досить крихкою. Однак дана група має свою перевагу у недорогому способі виробництва великого обсягу продукції [3].

Група світлодіодних принтерів (лазер / світлодіод (оптика): це технологія, в якій для 3D друку використовується спеціальні смоли. Принтери в більшості містяться у вигляді рідини в спеціальній ємності (рис. 1). Рідина для затвердіння піддається впливу лазерному або ультрафіолетовому опроміненню. Це робить смолу (фотополімер на акриловій основі) твердою, та у результаті вона за рахунок різних хімічних процесів перетворюється в цілісний шматок необхідної форми.



Рис. 1. Приклад смоли для друку за допомогою 3D принтера

Фотополімерні принтери мають ряд переваг та недоліків, які представлені у наведеній таблиці 1.

Таблиця 1

Переваги та недоліки фотополімерних принтерів.

Переваги	Недоліки
Можливий друк любої складності	Ціна
Висока точність друку	Більше призначений для промислового або професійного використання.
Чудова обробка поверхні, що не вимагає або зовсім не потребує подальшого обробітку	Вони можуть утворювати токсичні пари та запахи, тому не дуже підходять для встановлення в офісних та жилих приміщеннях.

Група ін'єкційних принтерів (найчастіше використовуються в якості домашніх 3D принтерів) — це принтери, які використовують нитки (зазвичай термопластичні) такі як PLA, ABS, NYLON, PET або інші. Ідея цього сімейства полягає в створенні форм шляхом осадження розплавлених шарів матеріалів послідовно один за одним. В результаті чого виходить міцний елемент. Такі принтери повільніші і мають меншу точність ніж лазерні, але конструкцію достатньо високої міцності.

Деякі окремі 3D-принтери ін'єкційного типу в якості матеріалу можуть використовувати такі матеріали, як бетон або біологічні матеріали для біодруку. Вони, в кожному окремому випадку, мають свої особливості конструкції та способу нанесення та застигання матеріалу.

Розглядаючи галузь «Агроінженерії» слід зауважити, що для неї найбільш підходять ін'єкційні принтери із підйомним столом [4]. Позитивні якості 3D друку для інженерії:

- 3D-друк дозволяє інженерам швидко створювати фізичні прототипи та макети. Це сприяє в розробці та тестуванні нових продуктів та концепцій.

- Скорочується час та витрати на виробництво. Замість виготовлення складних деталей за допомогою традиційних методів, інженери можуть створювати їх за допомогою 3D-принтерів, що дозволяє знизити витрати матеріалів та робочого часу.

- Виготовлення індивідуальне, можливо виготовити окремі елементи та деталі для персональних проєктів.

- Оперативне внесення змін вже надрукованого об'єкта, це можна зробити без значних зусиль, лише змінивши файл для 3D-друку.
- Дозволяє створювати невеликі серії виробів без потреби в складних виробничих лініях. Це корисно для виробників, які спеціалізуються на вузьких ринках або на унікальних продуктах.
- Створення об'єктів зі складною геометрією, які було б складно виготовити іншими методами.
- Надає можливість студентам і дослідникам вивчати нові концепції та проводити дослідження в практичній формі.

Загальні переваги та недоліки ін'єкційних принтерів представлені в таблиці 2.

Таблиця 2

Переваги та недоліки ін'єкційних 3D принтерів.

Переваги	Недоліки
Великий вибір моделей	Повільність
Підходять для навчання	Формують модель пошарово, і в залежності від товщини нитки обробка може бути ускладнена.
Висока потреба в такого типу друківаних елементів	Деякі деталі покладаються на опори, які повинні бути надруковані, щоб утримувати деталь.
Вартість	Потребують додаткової обробки
Широкий перелік матеріалів	
Надійність	

Прикладом може слугувати 3D принтер KLEMA 250 PRO C (рис. 2), за рахунок використання підйомного столу деталь достатньо якісно прикріплюється до нього, що забезпечує більш кращу деталізацію виробу та дає змогу друкувати на більш високих швидкостях.

Також слід зауважити, що у процесі роботи на принтері можливо виготовляти різних елементи кріплення, фіксатори, ручки, перемикачі тощо.

Основною перевагою 3D принтера KLEMA 250 PRO є наявність закритого акрилового корпусу принтера, що надає йому змогу друкувати більш токсичними пластмасами, які так часто використовуються у машинобудуванні. Також завдяки цьому, всередині пристрою підтримується рівномірний температурний режим, який не дає впливати незапланованим вітровим поривам.



Рис. 2. Принтер KLEMA 250 PRO C

Іншою характерною особливістю, за якою відрізняються принтери – це є характеристики столу та області друку. У даному принтері область друку становить 250 x 250 x 350 мм, що дає змогу друкувати вироби досить великого розміру. За швидкістю роботи він має досить високу і спроможній використовуватись для дрібносерійного виробництва. Електроніка на 32 бітній основі забезпечує високу швидкість друку. Можлива температура друку до 300 °С.

На рахунок можливих застосованих матеріалів розглянутий 3D принтер KLEMA Pro є мультифункціональним, чим переважає у переліку принтерів своєї цінової категорії. Дає змогу друкувати такими видами пластиків: PEEK, PLA, PLA+, HPLA, PLA max, Petg, ABS, ABS+, ASA, Elastan, Plastan, Primalloy, Flex, TPU, TPE, PMMA, PET, POM, PA (Nylon), PA+Carbon, PA6, Conductive ABS, Flame Retardant, Marble White PLA, Ceramic, Aluminium, Мідні, бронзові, латунні та золоті PLA-пластмасові нитки, деревина, вуглецеве волокно, PC, HIPS, PP, PVA, алюмінієва нитка 6061, бронзова нитка, мідна нитка, високовуглецеве залізо.

Серед переваг при роботі з цим принтером виникає тільки питання розміру деталі. Для друку масивних деталей він не може бути використаний.

Дуже актуальним яскравим прикладом серед 3D принтерів є моделі із застосуванням IDEX технології (Independent Dual Extruder). Технологія використовує незалежні подвійні IDEX екструдери і всі їх переваги ефективного незалежного парного друку.

Представником є AddWise 3D принтер. Компанія AddWise розробила сучасний промисловий 3D принтер спеціально для друку моделей з високопродуктивних функціональних матеріалів у великих кількостях. Саме такий вид принтеру найкраще підходить для розробки та моделювання у галузі «Агроінженерії» та «Машинобудування» (рис.3).



Рис. 3. Принтер AddWise IDEX 3D.

Дана модель призначена для печаті з високоефективних полімерних матеріалів та інженерних пластиків: PEEK, PEKK, CFPEEK, ULTEM™ 1010, ULTEM™ 9085, PSU, PPS, CFPA6, нейлон, полікарбонат і багато інших [5].

Основною перевагою моделі є висока швидкість друку (до 500 мм/с). Даної швидкості йому дозволяють досягти наступні елементи конструкції:

- направляючі рейки Hiwin;
- ультра широкі кевларові ремені;
- двигуни з високим крутним моментом;
- каркас із твердої сталі.

А також переважає конкурентів використанням технології IDEX. Встановлені у принтері 2 друкуючі головки в парі спроможні виконувати задану роботу набагато швидше. Принтер має декілька режимів роботи:

1. Дзеркальний режим - друкує кілька моделей у відображенні по осі;
2. Режим дублювання - друкує кілька однакових об'єктів;
3. Багатоматеріальний режим - друкує з різних матеріалів або з одного матеріалу різного кольору.

Також із характерних переваг є можливість керування машиною дистанційно за допомогою голосового асистента [6].

Принтер має міцний і надійний металевий каркас, що забезпечує прилад додатковою жорсткістю – більша точність надрукованих виробів.

Висновки. Використання 3D друку для створення макетних зразків в агроінженерії та машинобудуванні дозволяє швидко та ефективно створювати макетні зразки, що прискорює розробку та тестування нових концепцій. Це основна перевага. Також є численні переваги: зменшення витрат; можливість індивідуалізації та налаштування макетів під конкретні вимоги та потреби; створення деталей з високою точністю можливість повторюваності; тестування та оптимізація конструкцій; випробування нових експериментальних матеріалів.

3D-друк сприяє покращенню інноваційних процесів у багатьох галузях інженерії та дозволяє зробити більш ефективними та точними прототипи для забезпечення більш якісного подальшого виробництва. Приведено переваги друку на сучасних передових моделях 3D принтерів, а також висвітлені їх переваги та недоліки.

Список використаних джерел

1. Види 3D-принтерів та їх характеристики. *Апаратні засоби libre* : веб-сайт. URL: https://www.hwlibre.com/uk/tipos-impresoras-3d/#Tipos_de_impresoras_3D_segun_las_tecnologias_de_impresion (дата звернення 10.09.23).
2. Говоруха В. Б., Луц П. М., Кисельов О. В. Результати лабораторних досліджень процесу виготовлення паливних брикетів з ріпакової соломи. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2023. № 2 (121), С.16-23.
3. 3D Printers KLEMA. *KLEMA* : веб-сайт. URL: <https://klema.eu/3d-printers/klema-180/> (дата звернення 12.09.23).
4. Цідило І. М., Замора Я. П. Застосування технології 3-D друку на заняттях з основ матеріалознавства. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка*. Серія педагогічна. Кам'янець-Подільський, 2018. Вип. 24. С. 181-183.

5. AddWise, 3D-Принтер. *Центр 3D технологій 3dreams* : веб-сайт. URL: <https://3dreams.com.ua/ua/product/addwise-idex-3d-принтер/> (дата звернення 12.09.23).

6. Переваги та недоліки 3D-друку. *3D4U 3D принтери* : веб-сайт. URL: <https://3d4u.com.ua/uk/blog/post/101-preimusshestva-i-nedostatki-3d-pechatu> (дата звернення 12.09.23).

Юрій МУРАВСЬКИЙ¹³,

студент 4 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ ДВИГУНІВ ВІД НАГАРОВІДКЛАДЕНЬ.

***Анотація.** Сучасне сільськогосподарське виробництво не може обійтися без використання високопродуктивної техніки, яка оснащена двигунами внутрішнього згорання. Результативність цих двигунів визначається їхніми конструктивними і технічними характеристиками, такими як об'єм, потужність, витрати пального, викиди шкідливих газів, динамічні та стартові характеристики.*

Під час експлуатації двигунів внутрішнього згорання може відбуватися зміна їхніх робочих параметрів. Ця зміна може бути спричинена утворенням на поверхнях деталей двигуна асфальто-смолистих нальотів.

У цій статті досліджується проблема підвищення тривалості служби та економічності експлуатації двигунів внутрішнього згорання через проведення безрозбірної очистки деталей циліндро-поршневої групи від нальоту і маслянисто-смолистих відкладень.

Ключові слова: двигун внутрішнього згорання, нагари, відкладення, маслянисто смолисті забруднення, очистка.

***Annotation.** Modern agriculture production relies heavily on the use of high-performance machinery equipped with internal combustion engines. The efficiency of these engines is determined by their structural and technical characteristics, such as displacement, power output, fuel consumption, emissions of harmful gases, dynamic performance, and starting qualities.*

During the operation of internal combustion engines, changes in their operational parameters can occur. These changes may be caused by the formation of asphalt-like and resinous deposits on engine components.

This article investigates the issue of enhancing the longevity and cost-effectiveness of operating internal combustion engines through comprehensive

¹³Науковий керівник – к.т.н, доцент Паладійчук Ю.Б., кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

cleaning of cylinder-piston group components to remove deposits and oily-resinous contaminants.

Keywords: internal combustion engine, deposits, contaminants, oily-resinous residues, cleaning.

Вступ. Під час експлуатації двигунів внутрішнього згорання, відбувається зміна їхніх робочих характеристик, яка може виходити за межі встановлених норм. Ця зміна може бути викликана як зовнішніми, так і внутрішніми факторами, одним із таких факторів є утворення на поверхнях деталей двигуна асфальто-смолистих відкладень.

Асфальто-смолисті нагари, які накопичуються на різних частинах двигуна, таких як циліндро-поршнева група, клапани, форсунки, канали турбокомпресора, випускні колектори і інші, є складними вуглецевими відкладеннями, які утворюються внаслідок термічного розкладу масла, смол, сажі, пилу та неповного згорання палива. Вони мають високі теплоізоляційні властивості та низьку теплопровідність.

Температура роботи деталей двигуна є одним з ключових показників, який безпосередньо впливає на їхню тривалість служби і здатність працювати в заданих режимах та умовах експлуатації.

Нагар виступає як теплоізолятор і може призводити до перерозподілу тепла між різними деталями двигуна. Наприклад, нагар завтовшки 2 мм на дні поршня може призвести до підвищення температури цього дна на 260 °С, а це вже майже повністю зупиняє передачу тепла до мастила. Тому можна зробити висновок, що нальот, що відклався на дні поршня, має суттєвий вплив на температурний режим поршня, ніж самі умови та режими експлуатації двигуна.

Нагар є однією з головних причин виникнення несправностей двигуна, таких як порушення роботи клапанів, свічок запалювання, форсунок, інжекторів, знос деталей тощо. Утворення нальоту на сідлах клапанів може призвести до неправильного закривання, що може викликати їх прогарання. Відкладення нальоту на розпилювачах форсунок може призвести до защемлення голки форсунки (для форсунок без штифтів) або забиття розпилювальних каналів (для форсунок з штифтами), що в свою чергу погіршує процес згорання палива в циліндрі двигуна. Ті самі негативні ефекти відзначаються і для двигунів з інжекторними системами.

Актуальність теми дослідження. Забезпечення ефективної роботи двигунів внутрішнього згорання та відновлення їх техніко-економічних показників за допомогою видалення нальоту та відкладень на поверхні деталей двигуна є на сьогодні актуальною темою для досліджень. Метою є підвищення тривалості служби двигунів через проведення профілактичної очистки деталей від нальоту та відкладень.

Виклад основного матеріалу. Утворення нальоту та відкладень на деталях двигуна суттєво впливає на його робочу здатність. Найчастіше нальот та забруднення типу лакофарбу утворюються на різних частинах двигуна, таких як поршні, головка блоку циліндрів, клапани, форсунки, випускний колектор та інші. Проте основна кількість нальоту нагару накопичується на дніщі і канавках

поршня, головці блоку циліндрів, верхній частині гільзи та на поршневих кільцях.

Основними причинами утворення нальоту є неповне згоряння палива та неналежний обслуговування двигуна, такий як незастижена заміна масла.

Нальоти складаються з сажі, яка утворюється під час неповного згоряння палива. Об'єм сажі залежить від процесів горіння паливно-повітряної суміші в камерах згоряння двигуна. Подальша полімеризація цих продуктів призводить до утворення лакових нальотів та нальотів.

Процес утворення нальоту виникає внаслідок неповного згоряння палива та спалювання мастила, яке потрапляє в камеру згоряння при змащуванні циліндра. Це призводить до накопичення сажі та вуглецевих сполук в циліндрі. Під час згоряння сірки, яка міститься в дизельному паливі, утворюється сірчана кислота в циліндрах. Висока температура деталей циліндро-поршневої групи (приблизно 300-320°C при роботі дизеля в номінальному режимі) створює оптимальні умови для активізації взаємодії між функціональними групами, що присутні в циліндрі, і утворення полімерних сполук. Наявність сірчаної кислоти сприяє перетворенню цих полімерних сполук у лаки та смоли, які подальше відкладаються на деталях двигуна. Схему утворення відкладень нальоту в дизельних двигунах можна побачити на рисунку 1.

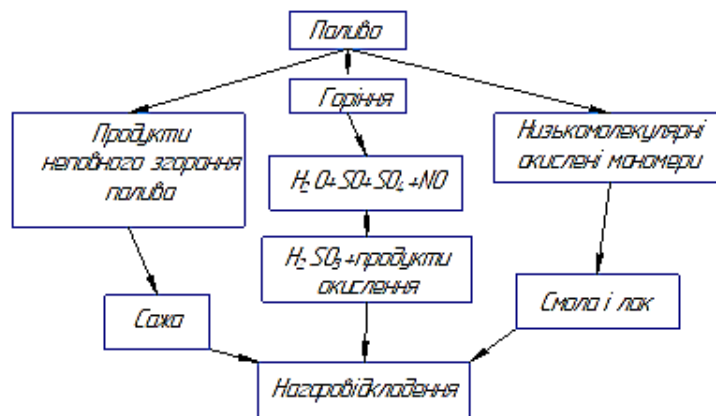


Рис. 1. Утворення нагарів в дизельному двигуні.

Утворення нагару залежить від конструкційних особливостей двигуна і умов його експлуатації. Незалежно від складу та причин їх утворення, всі відкладення негативно впливають на функціонування двигуна. Нагар та відкладення призводять до пропорційного зниження потужності двигуна, скорочують термін його служби, підірвуть надійність, зменшують ефективність та збільшують витрати на технічне обслуговування і ремонт.

Під час роботи двигуна, мастило, в якому містяться забруднення, потрапляє в кільцеві канавки поршня. Високі температури призводять до утворення тонкої плівки липких асфальто-смолистих відкладень, які зменшують зазори в канавках. Такі асфальто-смолисті відкладення під дією кислоти мають тенденцію прилипати до поверхні кілець та канавок поршня.

Вигорання мастила призводить до утворення зольних відкладень, що погіршують тепловідведення з деталей і призводять до їхнього надмірного нагрівання, що може спричинити оплавлення і розтріскування поршнів та

прогар випускних клапанів. Найбільш небезпечні зольні відкладення для поршневих канавок, оскільки знос поршневих канавок прямо пов'язаний з кількістю відкладень (рис. 2).

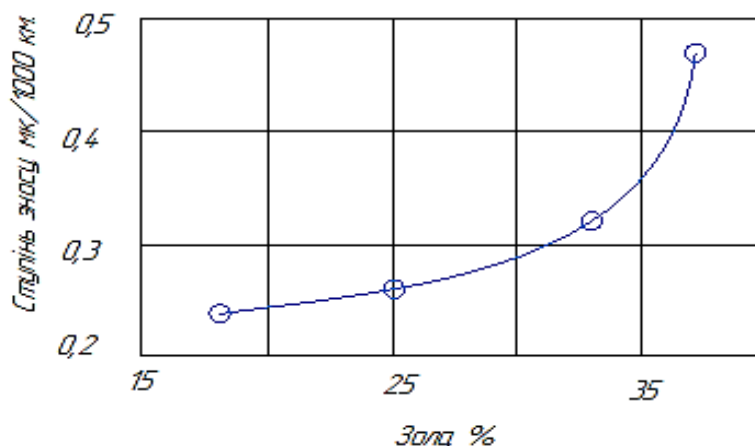


Рис.2. Інтенсивність зносу поршневих канавок в залежності від зольності відкладень, що накопичуються в них.

На рисунку 3 показані основні наслідки, які виникають внаслідок утворення відкладень на деталях циліндро-поршневої групи. Утворення нальоту призводить до зміни процесу газообміну, забивання сопел і штифтів розпилювальних форсунок, погіршення подачі паливо-повітряної суміші, що в свою чергу призводить до зменшення потужності та збільшення витрати палива.

Односторонні задири на спідниці поршня без міць натискання на протилежній стороні	Задири від перегріву на головці поршня	Прогорання поршня
Часткове порушення охолодження через надмірне нагароутворення або інших несправностей охолоджуючого контуру	Перегрів в результаті порушення процесу згорання. Порушення теплового режиму, процесу змащування, нерівномірний процес згорання палива, несправність маслос'ємних кілець.	Неправильне регулювання клапанів, нещільне приставання клапанів, від протікають гарячих відпрацьованих газів клапани починають розжарюватися. Порушення теплового режиму роботи

Рис.3 - Основні наслідки викликані утворенням відкладень на деталях циліндро-поршневої групи [3].

Під час роботи двигуна маса нальоту на поршнях змінюється в діапазоні від 13,5 до 22,5 грамів, а товщина утвореної плівки нальоту становила від 0,84 до 1,15 міліметрів. Динаміку утворення нальоту на стінках поршня можна побачити на графіку, зображеному на рисунку 4 [5].

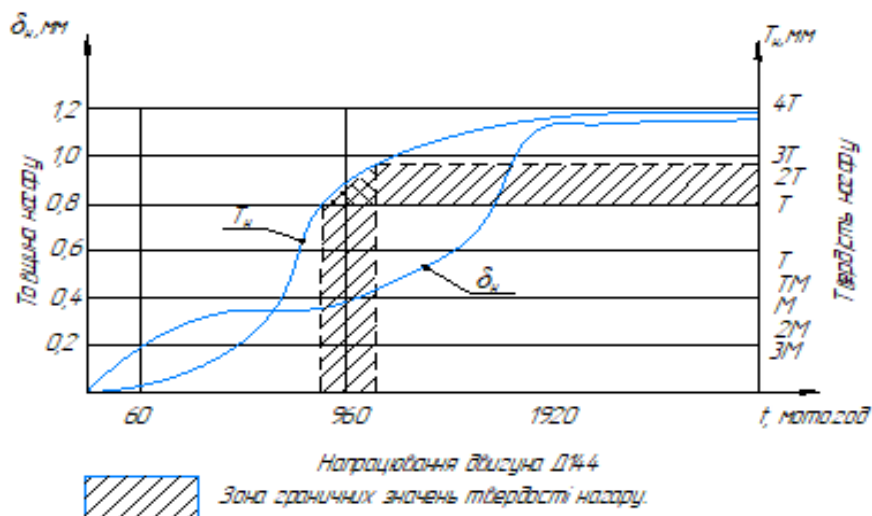


Рис. 4 – Залежність твердості і товщини нагару на днищі поршня

Отже, формування нагару та відкладень на деталях двигуна має серйозний вплив на його функціонування і може призвести до серйозних поломок при великій ступені запусеності. З цього випливає важливість розробки та дослідження ефективних методів та засобів для видалення нагару та відкладень на деталях двигуна.

Формування нагару є невід'ємною частиною роботи будь-якого двигуна і залежить від конструктивних особливостей двигуна та умов експлуатації. Присутність відкладень нагару на деталях двигуна негативно впливає на його ефективність, паливно-економічні показники, екологічні показники та термін служби, що створює потребу у розробці методів для їх видалення.

Інтенсивність утворення нагару на деталях циліндро-поршневої групи залежить від різних чинників, таких як умови експлуатації, хімічні властивості палива та моторних олів, процеси згоряння палива та інші.

З метою зменшення утворення нагару можуть застосовувати присадки до моторного мастила, які покращують його миючі властивості. Присадки можуть покращувати роботу двигуна, запобігати корозії, підвищувати октанове число пального, запобігати застиганню масла при низьких температурах, та інші корисні ефекти.

Однак, необережне використання присадок може призвести до негативних наслідків, таких як пошкодження двигуна чи хімічні реакції, які важко передбачити.

Ще одним способом зменшення нагаровідкладень на деталях циліндро-поршневої групи є використання спеціальних матеріалів чи присадок до основного матеріалу деталі, які мають низьку адгезію до продуктів горіння.

Механічна очистка є традиційним методом видалення нагару та відкладень, проте вона може бути складною та призводити до пошкоджень

деталей. Крім того, можливе використання кавітаційного очищення, яке зазвичай підключається до паливної системи двигуна.

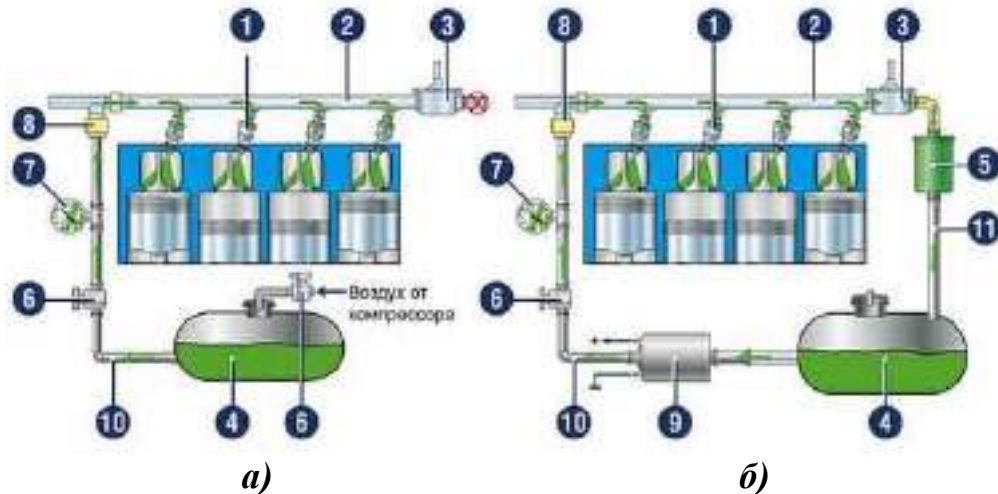


Рис. 5. Схеми промивання форсунок двигуна [6]. а – одноконтурна; б – двоконтурна; 1 – форсунка; 2 – паливна рампа; 3 – регулятор тиску; 4 – ємність із сольвентом; 5 – фільтр; 6 – вентиль; 7 – манометр; 8 – перехідник; 9 – паливний насос установки; 10 – підвідний трубопровід; 11 – зливальний трубопровід.

Найбільш значущим недоліком процедури очищення форсунок без їх видалення з двигуна є неможливість проведення діагностики форсунок і визначення їх готовності до подальшого використання. Також цей метод обмежений у очищенні лише внутрішніх частин форсунок, під час як зовнішні поверхні залишаються непрочищеними.

Існує ефективний метод видалення нагару і відкладень, який базується на використанні водопаливної емульсії. Ця емульсія подається в систему паливоподачі дизельного двигуна з окремої ємності і має комплексний вплив на забруднення, включаючи гідравлічний, теплотехнічний і механічний вплив. Відсоток води в емульсії вибирається залежно від очищуваної поверхні: для очищення форсунок дизельних двигунів рекомендується співвідношення 90% дизельного палива «Л» (ГОСТ 305-82) і 10% води; для очищення поршня і головки циліндрів - 70% дизельного палива «Л» (ГОСТ 305-82) і 30% води. Цей метод реалізований на спеціалізованих стендах і рекомендується для відновлення потужності дизельних двигунів.

З метою оптимізації процесу згоряння палива можна додавати воду до пального, що покращує роботу двигуна, зменшує димність і витрату пального. Застосування водопаливних емульсій поліпшує процес розпилення пального і знижує витрату пального. Використання таких емульсій також сприяє зменшенню викидів оксидів азоту та зниженню температури відпрацьованих газів, а також знижує шум та запах при роботі двигуна.

Важливо враховувати, що постійне використання водопаливної суміші може впливати на деякі параметри двигуна і призвести до обводнення картерної оливи, що може призвести до корозії деталей. Також слід зазначити, що ефективність цього методу очищення залежить від складу і ступеня забруднення.

Для ефективного очищення від нагару рекомендується виконувати очищення під час роботи двигуна на холостому ході і на максимальному навантаженні в залежності від ступеня забруднення.

Висновки. Таким чином, важливі чинники, такі як умови експлуатації двигуна, використання високоякісної моторної оливи та палива, можуть сприяти зменшенню утворення нагару на деталях циліндро-поршневої групи. Однак, наявність на ринку низькопробних і фальсифікованих пально-мастильних матеріалів може ускладнити цей процес і вимагати додаткових витрат для вирішення проблеми утворення нагару. Тому важливо встановити систему регулярного технічного обслуговування і ремонту, під час якої виконуються періодичні процедури очищення деталей циліндро-поршневої групи від нагару.

Список використаних джерел

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. Технічне обслуговування і ремонт машин. Лауш П.В. і ін. К.: Вища школа, 2013. 351 с.

4. Що значить нагар на поршнях: веб-сайт. URL: <https://auto.today/bok/3541-nagar-na-porshnyah.html> (дата звернення 20.08.21).

5. Чи потрібно застосовувати присадки у дизель: веб-сайт. URL: https://liquimoly.ru/servis/info/nuzhno_li_primenjat_prisadki_v_dizel/ (дата звернення 24.08.21).

6. Очищення паливної системи та форсунок: веб-сайт. URL: https://wiki.zr.ru/%D0%9E%D1%87%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BA%D0%B0_%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B_%D0%B8_%D1%84%D0%BE%D1%80%D1%81%D1%83%D0%BD%D0%BE%D0%BA (дата звернення 02.09.21).

Ілля ТВЕРДОХЛІБ¹⁴,
студент 4 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ НА ТЯГОВИЙ ОПІР МАШИН

***Анотація.** Розглянуто вплив основних технологічних властивостей ґрунту, зокрема зв'язаності, об'ємної маси, твердості, липкості, пластичності і спілості на опір переміщенню ґрунтообробних сільськогосподарських машин з включеними робочими органами під час обробітку. Зазначено, що технологічні властивості ґрунту впливають не тільки на якість обробітку, а й на продуктивність ґрунтообробних машин, зношення їх робочих органів, витрати палива. Відмічається, що на технологічні властивості ґрунту суттєвий вплив чинить вологість та гранулометричний склад ґрунту.*

***Annotation.** The influence of the main technological properties of the soil, in particular cohesion, volumetric mass, hardness, stickiness, plasticity, and ripeness, on the resistance to the movement of tillage agricultural machines with included working bodies during cultivation is considered. It is noted that the technological properties of the soil affect not only the quality of cultivation, but also the productivity of tillage machines, the wear and tear of their working bodies, and fuel consumption. It is noted that the technological properties of the soil are significantly influenced by moisture and the granulometric composition of the soil.*

Вступ. Ґрунт за своїм складом є неоднорідною системою, що містить тверду (мінеральну й органічну), рідку (вода) та газоподібну (повітря) фази, а також живі організми [1].

Урожайність сільськогосподарських культур в значній мірі залежить від якості обробітку ґрунту, який в процесі життєдіяльності рослин має знаходитись в стані, що сприяє найкращим умовам їх розвитку. Це залежить від багатьох факторів і умов: правильного вибору технологічної операції, конструкції машин, швидкості руху агрегату, строків проведення робіт, стану ґрунту та його технологічних властивостей, тобто тих властивостей, які проявляються в процесі його обробітку [1]. Від технологічних властивостей ґрунту залежить опір, який долають робочі органи машини під час обробітку. Для подолання цього опору на ґрунтах з різними властивостями затрачується неоднакова кількість енергії. Внаслідок цього технологічні властивості ґрунту впливають не тільки на якість обробітку, а й на продуктивність ґрунтообробних машин, зношення їх робочих органів, витрати палива.

Виклад основного матеріалу. До основних технологічних властивостей

¹⁴Науковий керівник – к.т.н, доцент Кондратюк Д.Г., кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

грунту належить зв'язаність, об'ємна маса та твердість ґрунту, липкість, пластичність і сплість [2].

Зв'язаність - властивість ґрунту чинити опір зовнішнім силам (роздавлюванню і розклиненню), які намагаються роз'єднати ґрунтові часточки. Чим вища зв'язаність, тим більше зусиль потрібно прикласти під час механічного обробітку. Зв'язаність ґрунту насамперед залежить від гранулометричного складу

У ґрунтознавстві прийнята класифікація ґрунтів, згідно якої всі тверді частки розділяють на фізичний пісок (частинки більші 0,01 мм) і фізичну глину (частинки менші 0,01 мм). За кількістю фізичного піску і фізичної глини ґрунт відносять до того чи іншого типу. Якщо ґрунт у своєму складі має більше 50 % „фізичної глини", то він належить до глини, більше 20 % - до суглинку, більше 10 % - до супіску і менше 10 % - до піску [3].

Найменшою зв'язністю характеризуються легкі ґрунти: піщані, супіщані, легкосуглинкові. Вищу зв'язність мають суглинкові і глинисті ґрунти, а найвищу - солончаки і солонці. Отже, чим з крупніших часточок складається ґрунт, тим менші його зв'язність і питомий опір при обробітку.

Звідси найменше зусиль необхідно для обробітку піщаних ґрунтів, більше - суглинкових і супіщаних і найбільше - для обробітку глинистих ґрунтів. В останніх у сухому стані зв'язність досягає найбільшого значення. У міру зволоження глинистих і суглинкових ґрунтів зв'язність зменшується і досягає найменшого значення за вологості, яка характеризує їх фізичну сплість. Піщані ґрунти у сухому стані незв'язні. При їх зволоженні зв'язність дещо збільшується внаслідок виникнення на поверхні ґрунтових часточок водяних плівок. Подальше збільшення вологості знову знижує зв'язність ґрунту. Ось чому на піщаних ґрунтах, що мають низьку зв'язність, механічний обробіток можна вести у досить широкому інтервалі вологості.

Сприятливі умови для обробітку глинистих, солонцюватих ґрунтів і солонців створюються за вузького інтервалу вологості, коли зв'язність найменша. Збільшення кількості перегною (гумусу) підвищує зв'язність легких і зменшує зв'язність засолених і важких за гранулометричним складом безструктурних ґрунтів. Зменшення зв'язності спостерігається також при вапнуванні кислих ґрунтів.

До основних технологічних характеристик ґрунту, які суттєво впливають на тяговий опір машин відносяться щільність (об'ємна маса) і твердість ґрунту. Щільність ґрунту відображає його будову та водно-фізичні властивості і змінюється в досить широких межах - від $0,9 \cdot 10^3$ до $1,8 \cdot 10^3$ кг/м³. Щільність ґрунту може бути природною або штучно утвореною в результаті механічної дії на нього. Природне самоущільнення ґрунтів виникає за час, коли ґрунт знаходиться без втручання людини. Будь яка дія робочих органів машин призводять до зміни об'ємної маси. Прийнято вважати, що пухкий ґрунт відповідає об'ємній масі до 1150 кг/м³, щільний ґрунт - 1150...1350 кг/м³, а дуже щільний - більше 1350 кг/м³ [2, 3].

Здатність ґрунту протидіяти вдавлюванню в нього твердого тіла у вигляді конуса, циліндра або кулі називають твердістю ґрунту. Для визначення цього параметра використовують прилади - ґрунтові твердоміри різних

конструкцій. Твердість визначається в трьох горизонтах: 0-10; 10-20 і 20-30 см. Твердість змінюється в межах від 0,4 до 2,7 МПа і визначається для кожного горизонту як середнє значення.

На твердість ґрунту значно впливає його вологість. Зі збільшенням вологості ґрунту твердість його зменшується.

Між твердістю і питомим опором ґрунту оранці існує пряма пропорційна залежність: чим вища твердість ґрунту, тим більший його питомий опір.

У разі зменшення твердості ґрунту зменшується питомий опір його оранці.

Пластичність - властивість ґрунту набирати наданої йому форми без утворення тріщин і зберігати її після припинення дії на ґрунт зовнішніх сил. Ця властивість характерна глинистим, суглинковим і частково супіщаним ґрунтам лише за певного рівня вологості, оскільки у сухому та перезволоженому стані вони практично непластичні. Залежно від вологості розрізняють верхню і нижню межі пластичності ґрунту. Верхньою межею пластичності є вологість ґрунту, за якої ґрунт починає текти. Нижня межа, пластичності - це найменше значення вологості, за якого ґрунт ще можна розкачати в шнур діаметром 3 мм без утворення на ньому тріщин.

Від вологості ґрунту залежить і такий важливий показник, як питомий опір, який чинить сільськогосподарська машина при її переміщенні з включеними робочими органами. Він визначається відношенням сили тягового опору до площі поперечного перерізу пласта, який обробляється [4]:

$$k = R/(ab), \quad (1)$$

де k – питомий опір, Н/м²;

R – тяговий опір, який чинить машина, Н;

a і b - глибина обробітки і робоча ширина захвату машини, м.

Із збільшенням вологості питомий опір спочатку зменшується, а потім знову збільшується. Це пояснюється тим, що із збільшенням вологості понад оптимальні значення збільшується липкість (адгезія) ґрунту.

Липкість - властивість, яка характеризується здатністю ґрунту прилипати до робочих органів сільськогосподарських машин. Прилипання збільшує тяговий опір і погіршує якість обробітку. Липкість ґрунту виражають зусиллям необхідним для підривання металевої пластинки від вологого ґрунту (сухий не прилипає). Вологість ґрунту, за якої ґрунт вже не прилипає до знарядь, називають межею липкості.

Липкість (прилипання) залежить від властивостей ґрунту, насамперед від його вологості і механічного складу. Зі збільшенням вологості вона зростає до певної межі, доки водні плівки на поверхні поділу стануть тонкими. У разі появи на межі поділу суцільної тонкої плівки води, яка усуває зчеплення поверхні з часточками ґрунту, величина прилипання зменшується, оскільки починається ковзання між шарами вільної води.

Зі збільшенням нормального навантаження величина прилипання зростає у зв'язку із збільшенням площі справжнього контакту, а отже, посилюються молекулярне і капілярне притягання. Це зростання прилипання інтенсивніше в діапазоні малих значень вологості і слабкіше в діапазоні великих значень

вологості ґрунту, за яких нормальний тиск починає сприйматись вільною водою і площа справжнього контакту не збільшується. На природному ґрунті з непорушеним утворенням і структурою прилипання настає за вищої вологості, ніж на ґрунті з порушеним утворенням. Величина липкості при цьому в декілька разів менша, ніж на розпиленому ґрунті.

З підвищенням вмісту глини і розпиленості структури липкість ґрунту зростає. Підвищення ступеня насичення ґрунту кальцієм зменшує величину прилипання, а натрієм - збільшує. Тому заміна в солонцюватих ґрунтах натрію кальцієм поліпшує агротехнічні властивості і знижує опір під час обробітку.

Спілість належить до важливих технологічних властивостей ґрунту. Це такий стан ґрунту, який характеризує його готовність до обробітку. Спілим вважають ґрунт, який не прилипає до робочих органів, найкраще кришиться, розпушується і переміщується, не розпилюється, чинить найменший опір. Якість обробітку спілого ґрунту найвища.

При обробітку ґрунту на поверхнях робочих органів виникають сили тертя, для подолання яких витрачається до 50 % тягової потужності трактора [3]. Сили тертя визначаються коефіцієнтом тертя, який для ґрунтів залежить від їх механічного складу і вологості, виду і стану матеріалу, по якому переміщується ґрунт, а також від тиску на поверхні контакту та швидкості ковзання. Коефіцієнт тертя ґрунту по сталі змінюється в межах - від 0,25 для пісчаних ґрунтів, до 0,9 - для важких суглинків. Для розрахунків здебільшого використовується середнє значення коефіцієнта тертя, $f = 0,5$, що відповідає куту тертя $\varphi = 26^\circ 30'$.

Покращення структурності ґрунту зменшує коефіцієнт тертя, що пояснюється зменшенням площі дійсного контакту ґрунту з поверхнею робочого органу. Коефіцієнт тертя залежить також від нормального тиску. Із збільшенням нормального тиску в межах 20-100 кПа при зниженій вологості ґрунту коефіцієнт тертя збільшується, а зі збільшенням вологості ґрунту коефіцієнт тертя спочатку збільшується до максимуму, а потім з подальшим збільшенням вологості зменшується, що пов'язано зі створенням на поверхні робочих органів плівки вільної води. Найменше значення коефіцієнта тертя f на усіх ґрунтах, за виключенням зв'язних пісчаних і супісчаних, відповідає низькій вологості ґрунту, а найбільше - високій вологості.

Висновки. Технологічні властивості ґрунту впливають не тільки на якість обробітку, а й на тяговий опір машин, їх продуктивність, зношення робочих органів та витрати палива, а тому їх необхідно враховувати при проектуванні і експлуатації сільськогосподарських машин.

Список використаних джерел

1. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: підручник / О. М. Царенко, Д. Г. Войтюк, В. М. Швайко та ін. / за ред. С. С. Яцуна. Київ: Мета, 2003. 448 с.
2. Гордієнко В.П., Геркіял О.М., Опришко В.П. Землеробство. /за ред. В.П. Гордієнка. Київ. Вища школа. 1991. 268 с.
3. Козаченко О.В. Проблеми ресурсозбереження у сільськогосподарських агрегатах. Харків: Торнадо, 2008. 272 с.

4. Машиновикористання в землеробстві / за ред. В.Ю. Ільченка, Ю.П. Нагірного. Київ: Урожай, 1996. 384 с.

Максим БУЗДИГАН¹⁵,
бакалавр 4-го року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ ПОДРІБНЮВАЧІВ ГРУБИХ КОРМІВ

***Анотація.** Подрібнювачі грубих кормів є важливими засобами в сільському господарстві та тваринництві для обробки сіна, соломи, інших рослинних матеріалів у харчовий корм для тварин. У роботі розглянуто основні характеристики, переваги та недоліки різних видів подрібнювачів, а також їх вплив на якість та продуктивність корму.*

***Annotation.** Forage grinders are important tools in agriculture and animal husbandry for processing hay, straw, and other plant materials into animal feed. The paper considers the main characteristics, advantages and disadvantages of different types of shredders, as well as their impact on the quality and productivity of feed.*

Вступ. Грубі корми є неодмінною складовою сільськогосподарського виробництва і відіграють важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки та розвитку сільських регіонів. Подрібнювачі призначені для розмелювання грубих кормів, таких як сіно, солома, силос, зелена маса та інші рослинні матеріали, щоб зробити їх більш засвоюваними і поживними для сільськогосподарських тварин [1].

Особливості подрібнювачів, їх роль у сільськогосподарському виробництві: Підвищення доступності кормів; Підвищення поживності; Економія часу та праці; Можливість комбінування інгредієнтів; Мінімізація відходів; Збереження ресурсів.

Існують різні типи подрібнювачів грубих кормів, включаючи дискові, молоткові, вальцеві та гільзові подрібнювачі. Кожен з них має свої переваги та застосування в залежності від конкретних потреб фермера та типу грубого корму.

Виклад основного матеріалу. Метою дослідження є підвищення ефективності застосування подрібнювачів кормів у господарствах із різним об'ємом робіт з грубими кормами. Ступінь подрібнення корму визначається розмірами частинок, на які подрібнюється грубий корм після проходження через подрібнювач. Цей параметр може бути важливим для годівлі

¹⁵Науковий керівник - к.т.н., доцент Труханська О.О. кафедри агроінженерії та технічного сервісу ВНАУ

сільськогосподарських тварин, оскільки впливає на їхню засвоюваність та споживання корму. Від ступеня подрібнення може залежати ефективність годівлі та продуктивність тварин. Ступені подрібнення корму класифікуються на грубе, середнє і дрібне подрібнення [1, 2].

Грубе подрібнення. В цьому випадку, грубий корм розмелюється на великі частинки. Такий підхід може бути використаний для годівлі великої рогатої худоби, яка здатна перетравлювати грубі корми з великими частинками.

Середнє подрібнення. Корм розмелюється на середні частинки, що полегшує його споживання та засвоюваність тваринами. Цей рівень подрібнення часто використовується для годівлі великої рогатої худоби, а також для телят та іншого молодняка.

Дрібне подрібнення. Корм розмелюється на дуже дрібні частинки. Це може бути корисним для годівлі птиці та свиней, які мають менший розмір ротової порожнини та шлунків і засвоюють краще дрібно розмелені корми. Ступінь подрібнення можна визначити [2]:

$$\lambda = \frac{D}{d} = \sqrt[3]{\frac{D^3}{d^3}} = \sqrt[3]{\frac{V_1}{V_2}} = \sqrt[3]{\frac{m_1 \rho_1}{m_2 \rho_2}} = \sqrt[3]{\frac{m_1}{m_2}}, \quad (1.1)$$

де V_1 і V_2 - об'єм частинки, m^3 ;

m_1 і m_2 – вага частинки, кг;

ρ_1 та ρ_2 – щільність, $кг/м^3$.

Живильник повинен рівномірно подавати корм і забезпечувати його ущільнення перед подрібненням. Живильники бувають: одно-, дво-, тривальцьові та з підпресовуючим транспортером.

При розрахунку живильника знаходять довжину пресувального транспортеру $l_{тр}$, висоту горловини на вході A і на виході a :

$$l_{тр} = \frac{A - a}{\sin \alpha} \quad (1.2)$$

де α - кут нахилу транспортера до горизонту, град.

Подрібнювачі стебел складаються з подавального пристрою (подавальний транспортер і притискний механізм), ріжучого механізму (активний і пасивний робочий орган), вивантажувального пристрою (механічний, пневматичний транспортер, похила площина) і приводного блоку з редуктором (рис.1.1) [4].

Узгоджують продуктивність подрібнювача з продуктивністю живильника

$$Q = Abv_n \gamma = abv_n \gamma_{ущ} \quad (1.3)$$

де Q – розрахункова продуктивність подрібнювача, м/с;

b – ширина живильника, м;

v_n – швидкість подачі транспортеру, м/с

γ - щільність корму перед ущільненням, $кг/м^3$;

$\gamma_{ущ}$ - щільність корму після ущільнення, $кг/м^3$.

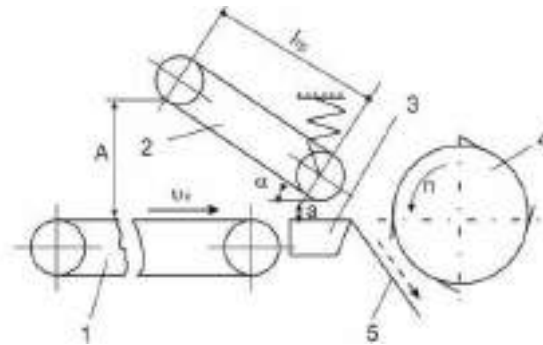


Рис. 1. Загальна будова подрібнювача стеблових кормів: 1 – подавальний транспортер; 2 – підпресовуючий механізм; 3 - протиризальна пластина; 4 – різальний барабан; 5 – розвантажувальний пристрій.

$$E = \frac{N_{\text{под}}}{Q \cdot \lambda \cdot \left(1 - \frac{v}{100}\right)}, \quad (1.4)$$

де E – енергомiсткiсть процесу подрiбнення корму, кДж/кг;

$N_{\text{под}}$ – потужнiсть, що споживається на подрiбнення, кВт;

Q – продуктивнiсть подрiбнювача, кг/с. [4]

Подрiбнювач грубих кормiв ИГК-30Б (ИГК-Ф-4) призначений для прорiджування соломи, сiна та iнших грубих кормiв з вологiстю не бiльше 25% (рис.2).

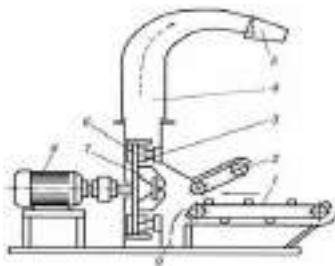


Рис. 2. Схема подрiбнювача грубих кормiв ИГК-30Б: 1 - горизонтальний транспортер; 2 - похилий транспортер; 3 - штифти; 4 – нерухомий диск; 5 - дефлектор; 6 - рухомий диск; 7 - лопатi вентилятора; 8 - електропривод; 9 - отвір для випадання важких включень.

Доступнi двi версiї: з приводом вiд валу вiдбору потужностi трактора класу 1.4 (ИГК-30Б-I) i з приводом вiд електродвигуна потужностю 30 кВт (стацiонарний варіант, ИГК-30Б-II), привiд вiд електродвигуна потужностю 30 кВт. Вiн складається з живильника, подрiбнювача, кузова та шасi. Живильник складається з горизонтального конвеєра з одним ущiльненням i похилого конвеєра з двома ущiльненнями. Цi транспортери забезпечують вiддiлення камiння та iнших важких дошiшок, що випадають iз соломи, через спецiальне вiкно пiд вхiдним бункером [2, 4].

Подрiбнювач складається з двох рядiв нерухомих пальцiв 3 i двох рядiв рухомих пальцiв 3, розмiщених на нерухомих дисках 4 i 6 вiдповiдно. Корпус подрiбнювача має дефлектор 5 для вивантаження готового продукту та кришку для огляду подрiбнювача [4].

Солома подається горизонтальним транспортером 1, стискається похилим транспортером 2, потрапляє в приймальний бункер, захоплюється лопаттю

вентилятора 7 і подається в подрібнювач. Подрібнена солома проходить між пальцями і виводиться з машини через трубопровід. При русі штифтів солома подрібнюється (рветься, ламається і подрібнюється) не тільки вздовж волокон, але і впоперек волокон, в результаті чого утворюються грудки, які є більш м'якими, краще змочуються водою і краще поїдаються тваринами. Розмір частинок варіюється в межах 10-70 мм.

Ефективність роботи подрібнювача залежить від вологості сировини. Вищий вміст вологи в соломі збільшує споживання енергії, знижує продуктивність машини і погіршує якість продукту.

Ступінь подрібнення продукту в ИГК-30Б регулюється шляхом симетричної зміни кількості штифтів на роторі або корпусі подрібнювача. При переробці соломи або сіна вологістю більше 20% на вал редуктора необхідно встановити зірочку з числом зубів $z = 15$, а на проміжний вал - зірочку з числом зубів $z = 20$ для зменшення швидкості подачі. [4]

Подрібнювач кормів ИКВ-5А «Волгарь-5» призначений для подрібнення силосу, коренеплодів, баштанних, зеленої маси, соломи та сіна, Волгарь-5 використовується для зберігання комбінованих силосів, а також в спеціалізованих виробничих лініях, таких як виробництво білково-вітамінних добавок і подрібнення відходів рибного та м'ясного виробництва (рис. 3) [5].

Кормоподрібнювач «Волгарь-5» складається з грейферного корпусу, завантажувально-ущільнюючого транспортера 8, вузла первинного подрібнення 2 і вузла вторинного подрібнення 10 зі шнековим ріжучим пристроєм 11, подрібнювального вузла, електродвигуна з електрообладнанням і приводом. Живильний і ущільнюючий транспортери служать для прийому, подачі і ущільнення вихідного матеріалу, що подається в ріжучий барабан (рис. 3) [5].

Спосіб подрібнення корму на різних етапах роботи подрібнювача ИЛВ-5А «Волгарь-5»: перший етап - принцип різання ножом; другий етап - різання пуансоном.

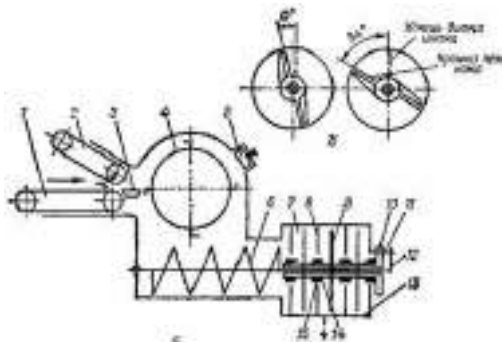


Рис. 3 - Конструктивно-функціональна схема (а) і схема регулювання ступеня подрібнення продукту (б) подрібнювача ИКВ-5А «Волгарь-5»: 1 - подавальний транспортер; 2 - пресувальний транспортер; 3 - протирізальна пластина; 4 - ножовий барабан; 5 - заточувальний пристрій; 6 - шнек; 7 – апарат вторинного різання; 8 - нерухомий ніж; 9 - рухомий ніж; 10 - туллка; 11 - зрізний штифт; 12 - фланець вала шнека; 13 - опора нерухомих ножів; 14 - прокладка; 15 - кільце.

Технологічний процес: сировина, що підлягає переробці, подається на завантажувальний транспортер 1, стискається разом з притискним транспортером 2 і направляєтся в ріжучий барабан першого ступеня, де відбувається її попереднє подрібнення. Потім проміжні продукти шнеком 6

подаються до пристрою другого ступеня 7. Тут відбувається подальше подрібнення і вивантаження готового продукту через нижнє вікно корпусу (рис. 3) [5].

При подрібненні корму для птиці перший рухомий ніж регулюється таким чином, щоб кут між кінцем обертання шнека і ножом становив 9° , або 54° для свиней. Для цього рухомі ножі встановлюють у зовнішні пази втулки 10 по спіралі відносно один одного під кутом 72° до напрямку руху, втулку з ножами встановлюють в потрібне положення, затискач вставляють в паз вала і з'єднують із затискачем втулки за допомогою розрізного штифта 11.

При подрібненні кормів для великої рогатої худоби знімають рухомий і нерухомий ножі з другого ступеня.

Пристрій для заточування ножів другого ступеня являє собою невеликий шліфувальний круг, що приводиться в рух шківами на ножовому барабані через фрикційні ролики. Ножі другого ступеня знімаються і знову встановлюються для заточування.

Робочий орган подрібнювача приводиться в рух електродвигуном потужністю 22 кВт з частотою обертання валу 1400 об/хв. Шківи шнека і ножового барабана оснащені зрізними штифтами, а привід рухомого ножа другого ступеня також має зрізний штифт 11. Коли твердий матеріал потрапляє між рухомим і нерухомим ножами, штифт 11 зрізається, рухомий ніж і втулка 10 зупиняються, а затиснутий шнековий вал продовжує обертатися. При цьому пальці роз'єднуються, пружина в контейнері сплющується, і останній натискає на кнопку вимикача на приводному двигуні. Після усунення несправності пружину і палець повертають у вихідне положення і встановлюють новий зрізний палець [6].

Дробарка-подрібнювач ИРТ-Ф-80. Машина може подрібнювати грубі корми вологістю до 60% в розсипному і пресованому вигляді, а також завантажувати подрібнену масу на транспортні засоби. Машина являє собою стаціонарну установку з приводом від електродвигуна потужністю 55 кВт.

Машина складається з рами, завантажувального бункера 2 об'ємом 5 м^3 , ротора з приводом 3, опорних роликів, розвантажувального пристрою 8 і шафи управління (рис. 4).

Рама виконана за одне ціле з корпусом подрібнювальної камери з фіксованими торцевими деками на бічних стінках і регульованими радіальними деками на периферії. На вихідному боці подрібнювальної камери є фланець для встановлення вивантажувального пристрою і люк для очищення камери в разі засмічення кормом. Крім того, є люк для зливу. У низу, впритул до ротора, розташований щиток для забезпечення стабільності подачі корму до ротора [4].

Бункер являє собою конічний кожух з опорним кільцем в нижній частині, встановлений на трьох опорних роликах. До зовнішньої поверхні опорного кільця приварені втулка і роликівий ланцюг, які входять в зачеплення з шестернями на приводному валу бункера. На внутрішній поверхні бункера розташовані лопаті, які забезпечують рівномірне живлення молоткового ротора.

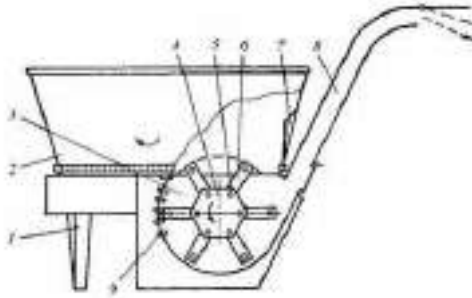


Рис. 4 - Конструктивно-функціональна схема подрібнювача ИРТ-Ф-80: 1 – рама; 2 - завантажувальний бункер; 3 - ротор; 4- диск; 5 - вісь; 6 - молоток; 7 - дефлектор; 8 - розвантажувальний пристрій; 9 - елементи деки.

Ротор 3 має вал, на якому закріплений диск 4 зі шпонкою. Шість валів, кожен з чотирма молотками 6, закріплені в отворі 5. Відстань між молотками забезпечується прокладками. Крайній молоток з боку подачі має загострену робочу кромку [6].

Корм для переробки подається в бункер за допомогою ковшового навантажувача. Бункер повинен бути повністю заповнений. Тому що, якщо його залишити на повну місткість, подрібнена маса викидається з бункера і навколо розлітається пил. Під час обертання бункер подає сировину на ротор з молотком. Сировина подрібнюється під дією молотків ротора і розміщеного в корпусі бункера дека. Подрібнений продукт транспортується повітряним потоком, що створюється молотковим ротором, до розвантажувального пристрою і завантажується в транспортний засіб.

Швидкість обертання бункера підбирається відповідно до типу, вологості та стану вихідного матеріалу.

Зазор між знімачем ротора і першим радіальним столом повинен бути в межах 4-6 мм. Регулювання здійснюється переміщенням столу по напрямній.

Положення столу фіксується болтами і гайками. Зазор між молотком і другим радіальним столом фіксується регулюванням столу до упору. [6]

Подрібнювач рулонів і тюків ИРТ-165 - молотковий (закритого типу) складається з завантажувального бункера об'ємом 9 м³, нижньої частини з молотковим ротором, грохота, розвантажувального стрічкового конвеєра і приводу (рис. 5).

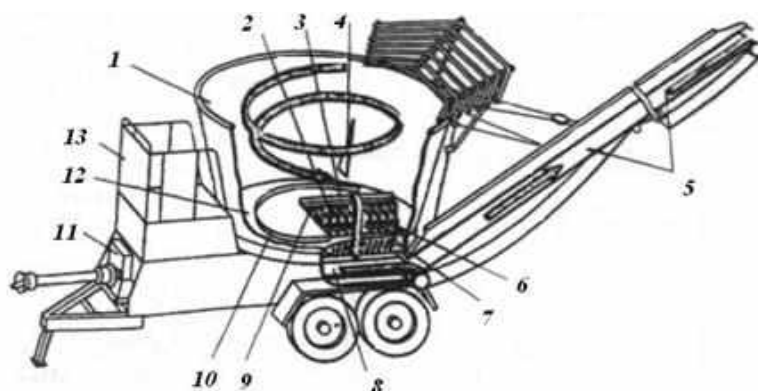


Рис. 5. Дробарка-подрібнювач ИРТ-165 : 1 - бункер, 2 - ротор, 3 - відсікач, 4 - дефлектор, 5 - транспортер похилий, 6 - гребінка, 7 - решето, 8 - транспортер горизонтальний, 9 - молоток, 10 - ребро направляюче, 11 - мультиплікатор, 12 - днище бункера, 13 - настил для технічного обслуговування.

Основним робочим органом подрібнювача є молотковий ротор. Він складається з вала 4 (рис. 6) з диском 8 і чотирьох валів (штифтів) 6, в отворах яких з'єднані молотки 7.

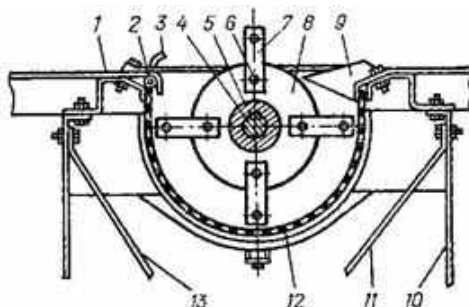


Рис.6 - Подрібнювальний апарат: 1 - днище; 2 - труба; 3 - відсікач; 4 - вал; 5 - втулка; 6 - вісь підвісу (шківорінь); 7 - молоток; 8 - диск; 9 - гребінка; 10 - рама; 11, 13 - ліва та права боковини; 12 – решето

Ротор розташований в нижній частині бункера і закритий знизу змінним ситом 12, прикріпленим болтами до напрямної стрічки. Горизонтальний транспортер 8 змонтований на рамі під ситом. Горизонтальний транспортер 8 змонтований на рамі під ситом і призначений для вивантаження подрібненого корму на похилий транспортер. Кут нахилу похилого транспортера регулюється за допомогою лебідки. Похилий транспортер також можна скласти в транспортне положення за допомогою лебідки.

Подрібнювач працює наступним чином. Після того, як молотковий ротор досягне номінальної частоти обертання (2000 об/хв) і керований бункер почне обертатися в напрямку стрілки збоку, рулони, тюки або розсипний корм подаються в бункер вилючним навантажувачем або іншим механічним способом так, щоб матеріал не пересипався через край.

Швидкість обертання бункера регулюється гідравлічною заслінкою з правого боку подрібнювача [5].

Ступінь подрібнення продукту регулюється вибором відповідного сита. Подрібнювач комплектується решетами з діаметром отворів 20, 50 і 75 мм. Для заміни сит необхідно послабити і зняти кріплення гребінки і ріжучих елементів [5].

Таблиця 1

Технічна характеристика подрібнювачів [3]

Назва показників	Марка машини			
	Волгарь-5	ИГК-30Б	ИРТ-165	ИРТ-Ф-80
Продуктивність, т/год.	0,8...1	до 3,5	до 16	до 7
Потужність електродвигуна, кВт	22	30	120	58
Кількість молотків, шт.	--	--	40	24
Маса, кг	1000	906	4200	2500

Висновок. Проаналізувавши різні моделі подрібнювачів грубих кормів найбільш ефективним і потужним є подрібнювач «ИРТ-165», який здатний обробляти до 16 тон грубих кормів на годину.

Подрібнювач забезпечує високу продуктивність, він здатний подрібнювати до 16 тон грубих кормів на годину, що значно перевищує інші

моделі. Це робить його ідеальним вибором для великих сільськогосподарських господарств і підприємств, які потребують обробки великих обсягів кормів швидко та ефективно.

Подрібноувач дозволяє обробляти великі обсяги кормів, що допомагає фермерам підвищити продуктивність свого господарства, забезпечуючи достатню годівлю для своїх тварин та зменшуючи витрати на годівельні матеріали.

Отже, модель «ИРТ-Ф-80» видається найкращим варіантом серед наведених через її велику продуктивність, якість обробки та ефективність, що робить її ідеальним інструментом для великих аграрних підприємств і господарств, які мають високі обсяги робіт із грубими кормами.

Список використаних джерел

1. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК. Том І. Навчальний посібник. Вінницький національний аграрний університет, 2019. 647с.

2. Литвиненко О. М., Мельничук В. І. Сільськогосподарські машини та обладнання: навч. посіб. К.: Аграр Медіа Груп, 2018. 432 с.

3. Ревенко І.І. та ін. Машини та обладнання для тваринництва: Підручник, - К.: Кондор, 2009. 731 с.

4. Калетнік Г.М., Чаусов М.Г., Швайко В.М., Пришляк В.М. та ін. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість. Ч.ІІІ: Підручник. К.: Хай Тек-Прес, 2013. 528 с.

5. Будяк Р.В., Посвятенко Е.К., Швець Л.В., Жученко Г.А. Конструкційні матеріали і технології: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 240 с.

6. Кузьмич Т.М., Кононович О.О., Давиденко В.Ю. Технологічні аспекти збільшення продуктивності машин на основі математичного моделювання. *Енергозбереження та енергоефективні технології в агропромисловому комплексі*. 2019. №2 (44). С. 37-43.

Володимир НОВИЙ¹⁶

Студент 3-го року навчання,
Інженерно-технологічного факультету,
Вінницького національного аграрного університету
Вінниця, Україна

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТРАНСПОРТУЮЧИХ ПРИБОРІВ КАПУСТОЗИРАЛЬНОЇ МАШИНИ.

Анотація. У статті вирішуються питання обґрунтування параметрів робочих органів капустозбиральної машини для забезпечення якісного збирання качанів капусти. Проведені дослідження процесів зрізання качана капусти, його транспортування і вивантаження у транспортний засіб. Виконано

¹⁶Науковий керівник – к.т.н., доцент Шаргородський С.А., кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

огляд конструкцій відомих машин та робочих органів для збирання капусти, аналіз відомих конструктивних та наукових розробок.

Annotation. The article deals with the issue of substantiation of the parameters of the working bodies of the cabbage harvester to ensure high-quality harvesting of cabbage heads. Studies of the processes of cutting a head of cabbage, its transportation and unloading into a vehicle have been carried out. An overview of the designs of known machines and working bodies for harvesting cabbage, analysis of known structural and scientific developments was carried out.

Вступ. Основним напрямком підвищення ефективності механізованих процесів є вдосконалювання технологій і машин, застосування яких забезпечує значне скорочення витрат ручної праці.

Дотепер обробка капусти супроводжується значними затратами ручної праці. Збирання капусти, це найбільш трудомістка операція при її виробництві і становить до 70% усіх затрат праці. В умовах концентрації виробництва продукції ця проблема вирішувалася залученням великої кількості робітників, а також створенням великих збиральних комплексів зі стаціонарними лініями доопрацювання продукції. Це обумовлене низьким рівнем механізації збирання капусти.

За останні роки парк капустозбиральних машин значно збільшився, але дотепер немає універсальних капустозбиральних машин, що забезпечують однією і тією ж машиною виконання збирання білокачанної капусти вибірковою і суцільними способами. Попри багаторічні роботи з удосконалювання конструкцій начіпних капустозбиральних машин, здатних потенційно забезпечувати якісне збирання капусти, застосування їх обмежене. Високі вимоги до якості товарної продукції при механізованому вибірковою і суцільному збиранні капусти не забезпечуються різальними і транспортувальними робочими органами капустозбиральної машини. Це обумовлено невідповідністю наявних конструкцій і режимів їх роботи раціональним при використанні капустозбиральних агрегатів. Розв'язання зазначених питань дозволить розширити виробництво, а застосування універсальних машин для збирання капусти дозволить підвищити рівень механізації збирального процесу.

Відома начіпна капустозбиральна машина [3] (Рисунок 1) яка із трактором типу МТЗ-80/82 і призначена для суцільного збирання білокачанної капусти середніх і пізньостиглих сортів з одночасним навантаженням її в транспортний засіб, що рухається поруч.

Основними елементами капустозбиральної машини є: різальний апарат 1, транспортер (елеватор) 2, лоток гасник 3, механізм навішення 4 і привод робочих органів 5. Основою начіпної капустозбиральної машини є приймально-вивантажувальний транспортер (елеватор) 2. До його горизонтальної частини кріпиться шарнірно закріплений апарат 1. Приймальний транспортер 2 обладнаний ланцюгом зі шкребками, що забезпечує підйом і передачу качанів на лоток-гасник 3. Лоток - гасник дозволяє зменшувати висоту падіння качанів при завантаженні в транспортний засіб.

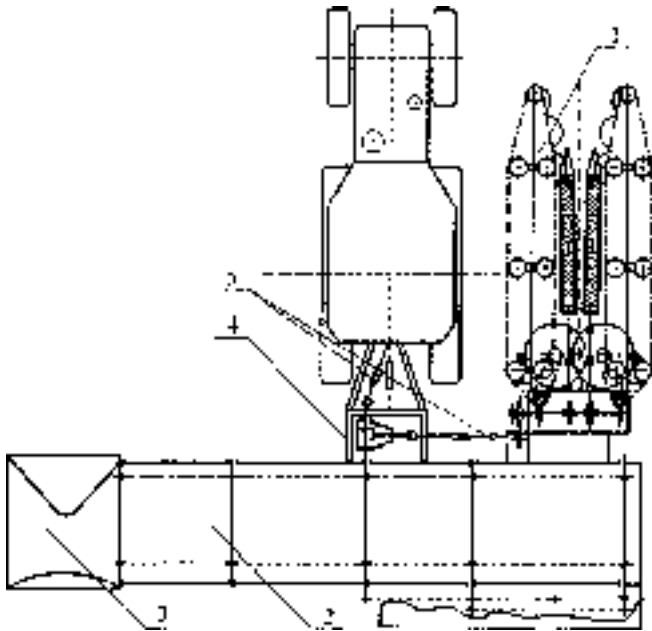


Рисунок 1 - Начінна капустозбиральна машина

Привод капустозбиральної машини здійснюється від валу відбору потужності трактора за допомогою карданної передачі. Головний редуктор привода забезпечує розподіл потоку потужності на привід ріжучого апарата, і привід приймально-вивантажувального транспортера. Для перекладу капустозбиральної машини із транспортного положення в робоче і назад використовується гідравлічна напіпна система. Керування положенням різального апарата, здійснюється за допомогою гідроциліндра одnobічної дії. Для

регулювання положення лотка-гасителя використовуються два гідравлічні циліндри двосторонньої дії. Механізми гідравлічного керування напіпної капустозбиральної машини за допомогою трьох запобіжних сполучних муфт і гідравлічних рукавів, пов'язані з гідравлічним розподільником трактора. Керування капустозбиральною машиною здійснюється трактористом-машиністом з кабіни трактора. Для обмеження опускання напіпної капустозбиральної машини передбачений спеціальний опорний пристрій. Воно складається з рамки, шарнірно пов'язаної з рамою приймально-вивантажувального транспортера, двох опорних коліс і гвинтових механізмів регулювання їх положення щодо поверхні поля.

Виклад основного матеріалу. Об'єкт теоретичного дослідження - універсальна капустозбиральна машина. При дослідженні процесу функціонування капустозбиральної машини необхідно враховувати, що сільськогосподарський збиральний МТА є складною відкритою, неоднорідною, динамічною, стохастичною технічною системою.

Технологічний процес збирання капусти можна представити як сукупність окремих технологічних операцій, які у свою чергу являють собою процеси переміщення рослин і робочих органів машини, деформування рослин і робочих органів.

Пружний елемент у моделях імітується пружиною, деформування якої підкоряється закону Гука. Пластичний елемент представляється циліндром із пластичною рідиною, у якому рухається просвердлений поршень, тут виконується закон Ньютона.

При послідовному з'єднанні пружного і пластичного елементів загальна деформація моделі в складається з деформації пружного ε_1 і пластичного ε_2 елементів.

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 \quad (1)$$

Кожний елемент зазнає дії напруги $p = p_1 - p_2$

$$p_1 = \varepsilon_1 E_1$$

де E_1 - модуль пружності.

$$p_2 = \frac{\eta d\varepsilon_2}{dt} \quad (2)$$

де η - коефіцієнт внутрішнього тертя.

Закон деформації в цьому випадку:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{p}{\eta} + \frac{1}{E} \cdot \frac{dp}{dt} \quad (3)$$

Процес транспортування зрізаної капусти по приймально-вивантажувальному транспортеру відбувається по трьох ділянках: горизонтальний \rightarrow похилий \rightarrow горизонтальний і додатковій горизонтальній для вибіркового збирання. Додатковий горизонтальний транспортер робить обертовий рух і рухається поступально разом з капустозбиральною машиною.

При обґрунтуванні процесу взаємодії качана із транспортером важливим є збереження стійкості технологічного процесу. Умова стійкості технологічного процесу збирання характеризується наступною нерівністю:

$$V_{agr} \leq V_{сакоч} \leq V_{тркоч}$$

де V_{agr} - швидкість збирального агрегату; $V_{сакоч}$ - швидкість переміщення качана робочими органами різального апарата $V_{тркоч}$ - швидкість переміщення качана приймально-вивантажувальним транспортером.

Для врахування всіх особливостей процесів переміщення, доцільно використовувати рівняння Лагранжа другого роду у вигляді:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial W_R}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial W_k}{\partial q_i} + \frac{\partial W_p}{\partial q_i} + \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_i} = Q_i \quad (4)$$

де W_k - кінетична енергія системи; W_p - потенційна енергія системи; Φ - дисипативна функція Релея (функція розсіювання енергії), що характеризує втрати енергії під дією сил опору; q_i - узагальнена координата; Q_i - узагальнена сила, що відповідає i - i й узагальненій координаті; n - число узагальнених координат, $i = 1 \dots n$.

Вирази кінетичної, потенційної енергії і дисипативної функції складаються за умови, що W_k , W_p , Φ - не залежать явно від часу:

$$W_k = f(q_1, q_2, \dots, q_n; \dot{q}_1, \dot{q}_2, \dots, \dot{q}_n), \quad (5)$$

$$W_p = f(q_1, q_2, \dots, q_n; \dot{q}_1, \dot{q}_2, \dots, \dot{q}_n), \quad (6)$$

$$\Phi = f(q_1, q_2, \dots, q_n; \dot{q}_1, \dot{q}_2, \dots, \dot{q}_n). \quad (7)$$

Узагальнені сили визначаються за принципом віртуальних переміщень:

$$Q_j = \frac{\sum_{i=1}^n q_i W_j}{\delta q_j} \quad (8)$$

де $q_i W_j$ - робота j -ої сили на можливому переміщенні системи; δq_j - варіація узагальненої координати.

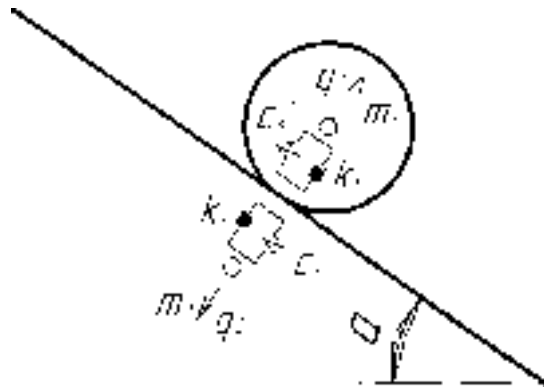


Рисунок 2 - Схема взаємодії качана із транспортером

При визначенні роботи на можливому переміщенні системи враховуються всі зовнішні сили, що діють на динамічну систему, а також внутрішні сили тертя (реакції неідеальних зв'язків).

Кінетична енергія системи визначається з врахуванням того, що елементи системи виконують поступальний і обертовий рух:

$$W_k = n_c \cdot \frac{m_c \dot{q}_1^2}{2} + \frac{m_s \dot{q}_2^2}{2} + \frac{(m_s + n_c \cdot m_k) \cdot q_2^2}{2} + J_s \cdot \frac{\dot{q}_2^2}{R_1^2} \quad (9)$$

де n_c - кількість капустин; m_c - маса качана; m_s - маса стрічки транспортера; m_T - маса машини; J_s - момент інерції стрічки транспортера. Момент інерції стрічки транспортера визначається як

$$J_s = m_1 R_1^2 + m_2 R_2^2 + z \cdot m_3 R_3^2 \quad (10)$$

де $m_1 \cdot R_1$ - маса радіус ведучої зірочки; $m_2 \cdot R_2$ - маса і радіус веденої зірочки; $z \cdot m_3 \cdot R_3$ - число проміжних зірочок, їх маса і радіус.

Потенційна енергія системи визначається твердістю елементів системи качана, стрічки і висотою підйому качанів:

$$W_p = n_c \cdot \frac{c_k \dot{q}_1^2}{2} + n_k \cdot m_c \cdot g \cdot q \cdot R \cdot \sin(\alpha) + r \cdot \frac{\dot{q}_2^2}{2} \quad (11)$$

де c_k , c_s - коефіцієнти твердості качана і стрічки транспортера, що характеризують їхні пружні властивості; n_k - кількість качанів на похилій ділянці; g - прискорення вільного падіння.

Дисипативна функція системи враховуючи, що дисипація, розсіювання енергії відбувається внаслідок пластичних властивостей качана і стрічки (внутрішнього тертя при деформуванні качана і стрічки), а також внаслідок внутрішнього тертя в елементах ланцюгової передачі й в елементах транспортера, рівна:

$$\Phi = n_c \cdot \frac{k_k \dot{q}_1^2}{2} + \frac{k_s \dot{q}_1^2}{2} + \Phi_{in} + \Phi \quad (12)$$

де k_s, k_p - коефіцієнти демпфірування качана і транспортера, що характеризують внутрішню тертя при деформуванні; Φ_n - дисипативна функція ланцюгової передачі.

Дисипативна функція визначається з урахуванням моменту тертя в ланцюговій передачі:

$$\Phi = \frac{M_m}{\dot{q}_1}, \quad (13)$$

де $M_m = M_T \cdot (1 - \eta_s) - M_{\text{вон}} \cdot i_p \cdot (1 - \eta_n)$; M_T - момент, підведений до транспортуючих пристроїв (на виході з редуктора); $M_{\text{вон}}$ - момент, переданий через вал відбору потужності; i_p - додаткове число редуктора; η_s - ККД редуктора; η_n - ККД ланцюгової передачі, що враховує втрати енергії на тертя в шарнірах ланцюга, на тертя в опорах, на удар ланцюга об зуби зірочки.

Дисипативна функція транспортера Φ_n визначається з урахуванням моменту тертя в елементах транспортера й розтягування стрічки під навантаженням, при цьому ухвалюємо, що стрічка обертається без проковзування.

$$\Phi = \frac{M_d}{\dot{q}_2 (1 - \psi)} = \frac{(M_T - M_m) \cdot i_p \cdot (1 - \eta_s)}{\dot{q}_2 (1 - \psi)} \quad (14)$$

де i_p - передатне число ланцюгової передачі; η_n - ККД стрічкового транспортера (пасової передачі); ψ_s - ступінь розтягання стрічки, при нормальній роботі, $\psi_s = 0.01 \dots 0.02$

У загальному випадку ККД редуктора, ККД ланцюгової передачі ККД стрічкового транспортера залежать від переданого навантаження. Враховуючи невеликі значення величин втрат у передатних елементах, прийmemo значення ККД постійними: ККД редуктора 0,98, ККД ланцюгової передачі 0,97, ККД пасової передачі 0,96. Після перетворень одержимо дисипативну функцію у вигляді:

$$\Phi = \eta_s \cdot \frac{k_s \dot{q}_1^2 + k_p \dot{q}_2^2 + \frac{M_T \cdot \{ (1 - \eta_s) (1 - \psi_s) + i_p \cdot \eta_n \cdot (1 - \eta_s) \}}{\dot{q}_2 \cdot (1 - \psi)}}{2} \quad (15)$$

Узагальнені сили Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 відповідні до узагальнених координат:

- при узагальненій координаті q_1 , узагальнена сила $Q_1 = 0$ (18)

- при узагальненій координаті q_2 узагальнена сила $Q_2 = 0$ (19)

- при узагальненій координаті q_3 узагальнена сила

$$Q_3 = -\frac{M_c}{R_1} = -\frac{M_{\text{жон}} \cdot i_p \cdot \eta_s}{R_1} \quad (16)$$

- при узагальненій координаті q_4 узагальнена сила

$$Q_4 = P_{\text{т}} - P_i \quad (17)$$

де $P_{\text{т}}$ - тягове зусилля трактора; P_i - опір коченню опорних коліс машин.

Значення P , визначиться як

$$P = f \cdot (m_1 + (n_2 - n_1) \cdot m + n_2 \cdot m_k \cdot \sin(\alpha)) \cdot g \quad (18)$$

де f - коефіцієнт опору коченню.

Диференціюючи вирази для кінетичної, потенційної енергії і дисипативної функції і провівши необхідні перетворення, одержимо систему диференціальних рівнянь, що описують процес транспортування капусти:

$$m_k \cdot \ddot{q}_1 + k_1 \cdot \dot{q}_1 + c_1 \cdot q_1 = 0 \quad (19)$$

$$m_1 \cdot \ddot{q}_2 + k_2 \cdot \dot{q}_2 + c_2 \cdot q_2 = -n_1 \cdot m_k \cdot g \cdot R_1 \cdot \sin(\alpha) \quad (20)$$

$$\frac{2J \cdot \ddot{\theta}_1}{R_1^2} = \frac{M_{\text{мот}} \cdot i_p \cdot \eta_1 \cdot ((1 - \eta_1) \cdot (1 - \psi_1) + i_n \cdot \eta_n \cdot (1 - \eta_n))}{\dot{q}_1^2 \cdot (1 - \psi_1)} = -\frac{M_{\text{мот}} \cdot i_p \cdot \eta_1}{R_1} \quad (21)$$

$$(m_1 + n_k \cdot m_k) \cdot \ddot{q}_3 = P_{\text{ш}} \cdot f \cdot g \cdot [m_1 \cdot (n_k - n_1) \cdot m_k \cdot n_2 \cdot m_k \cdot \sin(\alpha)] \quad (22)$$

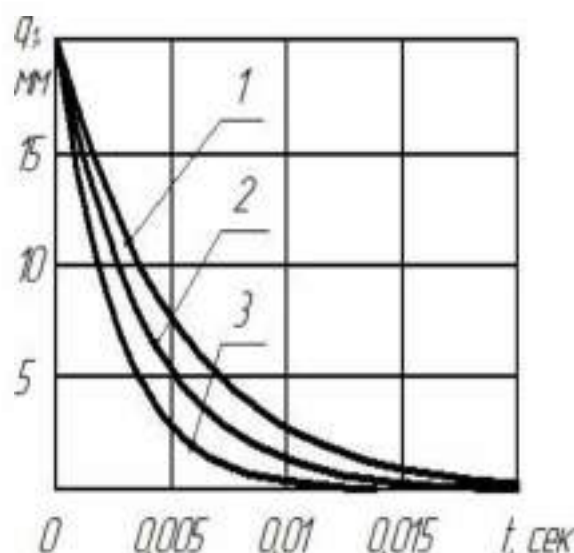


Рисунок 3 - Зміни деформації качана q_3 на транспортері від часу при різних масі капусти (1 - 1 кг, 2 - 1,5 кг, 3 - 2 кг).

Аналіз отриманих даних (рис.3.) показує, що в початковий період падіння капусти на транспортер цієї найбільша деформація. Потім після падіння капусти під дією сил відбувається відновлення його форми відповідно до графіка на рис. 3 і в остаточному підсумку знижується до мінімуму. Даний процес можна характеризувати як перехідний, він швидкоплинний і становить не більш 0,02 с. Маса капусти впливає на величину деформації, так більш «пухкі» качани з меншою масою мають більшу величину деформації, а більш щільні мають більшу масу, але значно меншу величину деформації. При цьому вплив одиначної капусти на робочі органи транспортера практично не впливають на подальший процес транспортування.

Висновки. Проведені теоретичні дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

1. Визначені характерні зони взаємодії робочих органів з рослиною капусти, що дозволяють визначити їхні параметри.
2. Запропонована математична модель транспортувальних пристроїв

(органів) капустозбиральної машини та отримані залежності зміни деформації рослини капусти q_1 , деформації робочого органу - стрічки транспортувальних пристроїв q_2 .

Список використаних джерел

1. Середа Л.П., В.С. Руткевич, М.В. Зінев. Study of the mathematical model of hydraulic drives segment-finger mower unit. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018 №1(100). С. 111–123.

2. Любін М. В. Визначення довговічності полімерних матеріалів при транспортуванні сільськогосподарських вантажів / М. В. Любін, О. В. Цуркан, О. А. Токарчук // Вісн. Харків. нац. техніч. ун-ту ім. Петра Василенка. – 2010. – Вип. 100. – С. 215–222.

3. Аналіз конструкцій дозаторів сипучих кормів безперервної дії і основні напрямки їх удосконалення / І.Г. Бойко, О.П. Скорик, О.М. Русалев, Т.Г. Щур. Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Харків, 2004. Вип. 29. С. 347–350.

4. Рогатинський Р.М., Гевко І.Б., Дмитрів Д.В. Моделювання роботи малогабаритного лопатєво-гвинтового змішувача. Сільськогосподарські машини: зб. наук. ст. Луцьк: ЛДТУ, 2000. Вип. 6. С. 129–135. 206

Максим ФРАНЧУК¹⁷

бакалавр 3-го року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РОЗРОБКА САМОХІДНОЇ КОСАРКИ ДЛЯ ВОДЯНОЇ РОСЛИННОСТІ

***Анотація.** Найчастіше з проблемою рясного і надмірного заростання водойм стикаються в північних регіонах країни, де вода традиційно перенасичена рослинністю, готовою при прояві перших же сприятливих умов почати поширюватися з неймовірно високою швидкістю, створюючи масу проблем для подальшої експлуатації водойми. Причин для проведення робіт з очищення озер, русел річок, ставків, та інших водойм від небажаної рослинності може бути багато, проте більшість з них криються в практичному і економічному аспектах. Пропонуємо розроблену косарку для скошування водяної рослинності, яка є економічно доцільною для малих рибних господарств.*

***Annotation.** Most often, the problem of abundant and excessive overgrowth of reservoirs is encountered in the northern regions of the country, where the water is traditionally oversaturated with vegetation, ready at the first favorable conditions to*

¹⁷Науковий керівник - к.т.н., доцент Швець Л.В., кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

start spreading at an incredibly high speed, creating a lot of problems for the further exploitation of the reservoir. There may be many reasons for cleaning lakes, riverbeds, ponds, and other bodies of water from unwanted vegetation, but most of them lie in practical and economic aspects. We offer a mower designed for mowing aquatic vegetation, which is economically feasible for small fish farms.

Вступ. У випадках, коли водно-повітряна рослинність починає покривати вже понад чверть площі водойми, відбувається активізація процесів закисання ґрунту і замулення дна. Крім того, зарості в більшості випадків затіняють саму воду, знижуючи не лише ступінь її освітленості, що може бути важливо для окремих випадків, але і температуру самої води. Нарешті, заросла водоростями, очеретом та іншою рослинністю водойма стає непридатною для ведення господарства, специфіка якого заснована на розведенні різних видів риб. Так, надмірна рослинність у водоймі може перехоплювати важливі біогенні елементи, що призводить до зниження інтенсивності фотосинтезу водного фітопланктону, зниження його популяції і помітного погіршення кормової бази для риб. [1]

Ставок необхідно час від часу очищати від накопиченого сміття, оскільки гниття надлишкової кількості органічного матеріалу призводить до сильного забруднення води. Листя, гілки та хвою, які випадково падають у водойму, потрібно діставати сачком, а під час осіннього листопаду над поверхнею води можна навіть натягнути спеціальну захисну сітку.

Крім того, раз на рік варто відкачувати воду зі ставка за допомогою заглибного насосу і проводити очищення ємності від донних відкладень. [2]

Очищення ставків, водойм або водних резервуарів є важливою процедурою в сільському господарстві та інших галузях для наступних цілей:

1. Збереження води: Очищення ставків допомагає зберегти воду в оптимальному стані для подальшого використання. Це особливо важливо в регіонах, де вода є обмеженим ресурсом.

2. Покращення якості води: Видалення забруднень і осадів зі ставків покращує якість води. Це важливо для того, щоб вода була придатною для поливу сільськогосподарських культур, напою тварин і інших потреб.

3. Запобігання росту водоростей і водних рослин: Очищення ставків може включати видалення рослинності, такої як водяні рослини і водорості, які можуть перекривати поверхню води і утворювати екологічні проблеми.

4. Підтримання екосистеми: Деякі ставки мають важливу екологічну роль, і очищення може включати заходи для збереження природних екосистем, які існують у водоймі.

5. Попередження повеней: Очищення ставків може допомогти збільшити водосховище для води, що стікає внаслідок дощів або таління снігу, тим самим запобігаючи можливим повеням.

Виклад основного матеріалу. Для очищення ставків і водойм використовуються різні технології та машини і обладнання. Ось деякі з них:

1. Багрянці і багрянні ланцюги: Багрянці - це спеціалізовані машини для дноочищення водойм. Вони використовуються для видалення осадів, забруднень і багрянці з дна ставка чи річки.

2. Екскаватори і бульдозери: Великі екскаватори та бульдозери можуть використовуватися для видалення рослинності та осадів з водоймищ.

3. Драги: Драги - це машини, спеціально розроблені для видалення водяних рослин та осадів з водоймищ, а також для поглиблення та розчищення дна водоймищ.

4. Фільтраційні системи: Фільтраційні системи можуть використовуватися для очищення води в ставках шляхом фільтрації забруднень та речовин з води.

5. Понтони і спеціалізовані судна: Деякі судна та понтони обладнані спеціалізованими пристроями для очищення води та дна водоймищ.

6. Аератори: Аератори розчиняють кисень у воді, що може покращити якість води та зменшити накопичення водяних рослин та водоростей.

7. Спеціалізовані баржі: Деякі компанії використовують спеціалізовані баржі для очищення водоймищ від забруднень і осадів.

8. Системи управління водоростями: Деякі технології використовують системи, що дозволяють контролювати ріст водяних рослин та водоростей в водоймищах.

9. Препарати для нормалізації біобалансу в ставку: Якщо момент упущений, і вода в ставку зацвіла, виправити ситуацію допоможуть спеціальні хімічні або бактеріальні засоби. Найкраще використовувати сучасні біопрепарати, які прискорюють розкладання органіки. Наприклад, рідкий екстракт ячмінної соломи перешкоджає розмноженню шкідливих мікроводоростей і одночасно безпечний для водних рослин, тварин і комах.

В крайньому разі застосовують і сильнодіючі хімічні засоби, які здатні змінити рівень кислотності води в ставку, наситити рідину киснем або розчинити непотрібні водорості. [3]

10. Рослини для очищення води в ставку: Не менш важливо відповідально поставитися до вибору рослин для заселення водойми. Крім висаджування в підводні контейнери, посадкову тканину або щєбінь на дні квітучих рослин із плаваючим листям, таких як водяна лілія або кубишка, варто заселити ставок так званими оксигенаторами. До них відносять плаваючі в товщі води водорості, здатні наситити водойму киснем.

Такі рослини, як рдесник, кушир, плавушник, водопериця або елодея, можуть допомогти в переробці гниючої органіки води на зелену масу. Проте кількість водних рослин все ж потрібно контролювати і в разі необхідності видаляти зайві водорості за допомогою найпростіших підручних засобів.

Продукцію очерету можна використовувати у різних галузях і сферах, завдяки своїм корисним властивостям і варіативному застосуванню. Ось де вона може знайти своє використання:

1. Заповнення багатьох ролей:

- Очерет може бути використаний для утеплення дахів, стін та інших будівельних конструкцій.

- Він також може бути використаний як природний бар'єр для захисту від ерозії берегів водойм, таких як озера або річки.

2. Декоративний ландшафтний дизайн:

- Очерет використовується в ландшафтному дизайні для створення природного і екзотичного вигляду садів, озер, ставків та інших природних

об'єктів.

3. Використання в ремеслах і мистецтві:

- Волокна очерету можуть бути використані для виготовлення матеріалів для плетіння, прикрас, ремісництва та інших художніх робіт.

4. Захист дикої природи:

- Очерет використовується для відновлення та збереження природних мокротин і вологих зон, що стають важливими екосистемами для багатьох видів рослин і тварин.

Це лише деякі приклади використання продукції очерету. Важливо враховувати природний, екологічний та стало-орієнтований підхід до використання цієї рослини, щоб забезпечити її збереження та підтримку екосистем.

Вибір конкретної технології залежить від розміру і стану ставка, а також від конкретних цілей очищення [4].

Виходячи із агротехнічних умов скошування водяної рослинності та умов даного господарства (невеликі площі водоймищ, підвищена забрудненість водоймищ водяною рослинністю та вирощування в даних водоймищах 35% видів риб, які харчуються рослинністю) приймаємо рішення спроектувати косарку з такими вимогами:

- глибина зрізування водяної рослинності до 1,2 м;
- використання зрізаної рослинності як додатковий корм для рослиноїдних видів риб, для цього необхідно обладнати косарку подрібнювачем для дрібного (пастоподібного) подрібнення рослинного матеріалу;

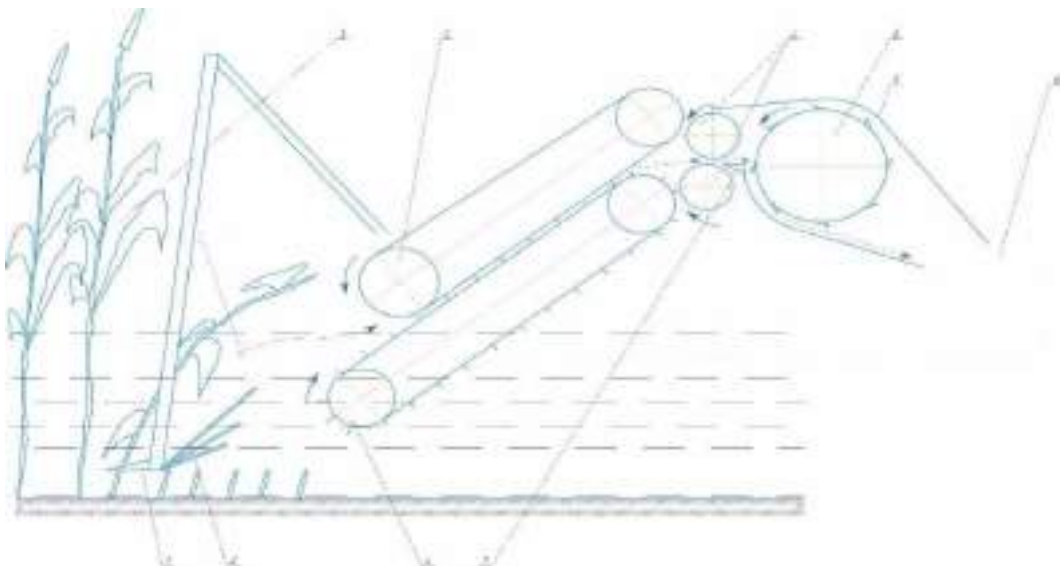


Рисунок 1 – Технологічна схема роботи очеретокосарки

← ————— Направлення руху обертових частин;

← - - - - Рух рослинної маси до і після подрібнення;

1 – різальний апарат; 2 – направляюча; 3 – водяна рослинність; 4 – підбираючий транспортер; 5 – прижимний транспортер; 6 – приймальні бітера; 7 – проти різальна пластина; 8 – подрібнюючий барабан; 9 – направляючий щиток; 10 – плавзасіб.

- для переїзду косарки із водоймища в водоймище необхідно обладнати косарку опорними колесами для транспортування її по ґрунту;

- для зменшення металоємкості машини обладнати косарку одним приводним потужним двигуном;
- для стійкості косарки на поверхні води та зменшення глибини занурення плаваючого засобу, спроектувати косарку на двох понтонах типу катамаран. [5]

З підбираючого транспортера 4, який підбирає зрізану рослинність при допомозі скребоків, прижимного транспортера 5, який ущільнює зрізану масу, приймальних бітерів 6, при допомозі яких зрізана маса більш ущільнюється та рівномірно подається до подрібнюючого барабана 8, обладнаного горизонтальними ножами. Змонтований приймальний та подрібнюючий апарат на рамі, яка кріпиться до плавзасобу 10 (двох понтонів) який створює човен типу катамаран.

Різальний апарат проектуємо з кріпленням для регулювання глибини різання до 1.2 м, кріплення розміщене на плавзасобі. В залежності від густоти та висоти рослинної маси підбираючий транспортер проектуємо рухомим з механізмом регулювання глибини занурення транспортера, це здійснюємо за рахунок проектування рухомої рами транспортерів, яка кріпиться до основної рами.

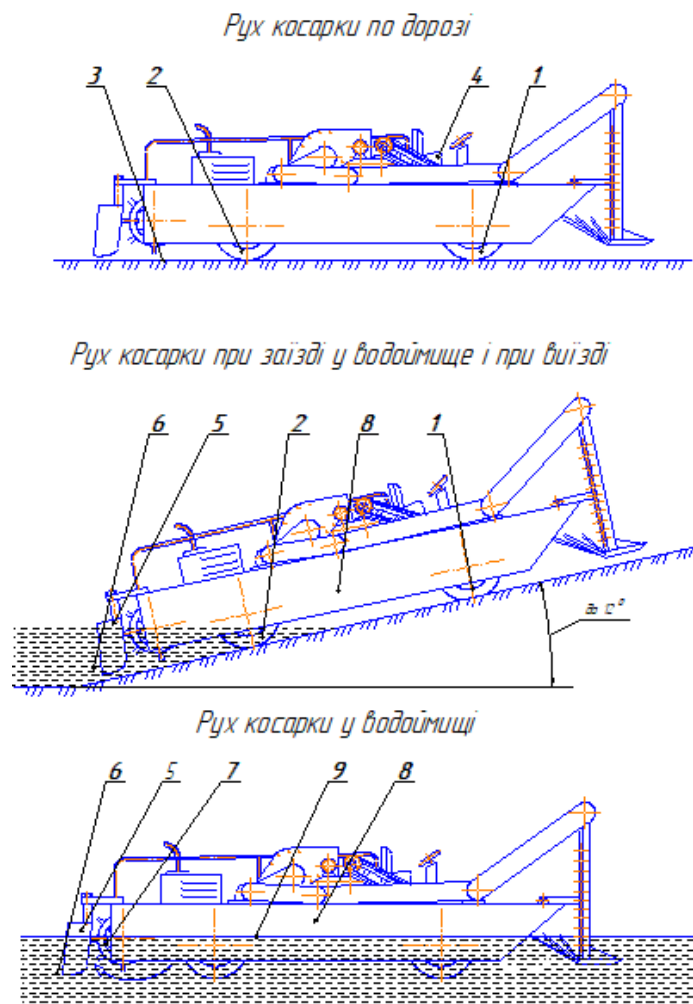


Рисунок 2 – Схеми руху косарки. 1 – Приводні колеса; 2 – Колеса керування; 3 – Дорога; 4 – Місце керування; 5 – Кермо керування напрямом руху на воді; 6 – Водоймище; 7 – Водяний рушій; 8 – Плавзасіб; 9 – Ватерлінія.

Для переміщення машини по суходолу на основній рамі розміщуємо чотири опорні колеса.

Принцип роботи машини дуже простий: в залежності від глибини ділянки та густоти рослинної маси відрегулюємо різальний апарат на глибину різання та приймальний транспортер на глибину занурення; після проведених регулювань машини приводять в робочий стан, при зрізуванні рослинна маса по направляючих надходить до транспортерів, які транспортують масу до подрібнюючого апарату де подрібнюється в пастоподібну масу, з подрібнювача маса попадає у воду де використовується, як допоміжний корм для трав'яних видів риб.

Схеми руху. Косарка призначена для пересування по суходолу, руху по водоймищу і скошування рослинності у водоймищі та після переобладнання на суходолі. Схеми руху роздавача наведені на рисункові 2. При рухові по суходолу косарка рухається при допопозі колісної бази з переднім приводом, колеса керування знаходяться в задній частині проектної машини.

Заїзд і виїзд косарки відбувається по зарань заготовленій площадці нахилом до 120, заїзд необхідно здійснювати рухаючись назад, щоб водяний рушій почав працювати перед тим, як косарка буде знаходитись у водоймищі.

Висновок. Щосезону водойми мають гостру потребу в проведенні очищення перед завершенням літнього сезону. І це зовсім не привід відкладати виконання таких робіт з оглядкою на зниження інтенсивності їх експлуатації в осінньому сезоні. Якщо очищення водойми не буде виконане з дотриманням цілого комплексу норм і вимог, до початку наступного сезону покосом рослинності і розчищенням поверхні води обійтися вже не вдасться. В цьому випадку доведеться займатися куди більш витратними, як з фінансів, так і за часом, роботами, нерідко сполученими з практично повною реставрацією берега і акваторії. Природа, як відомо, з легкістю бере своє, перетворюючи ще вчора прекрасну водойму в справжнє болото і непридатний для сільськогосподарської діяльності об'єкт. Тому запропонована косарка буде актуальним винаходом для малих рибних господарств.

Список використаних джерел

1. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2019. 647с.
2. Анісімов В.Ф., Єленич А.П. Конструктивні особливості сучасних тракторів іноземного сільськогосподарського виробництва. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2022. № 3 (118). С. 5-14.
3. Веселовська Н.Р., Іванов М.І., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Гідравліка: Навчальний посібник. Вінниця: 2019. 222 с.
4. Цуркан О.В., Прокопенко Н.А., Полевода Ю.А., Основи теплотехніки і гідравліки. Навчальний посібник. Вінниця: ТОВ «Друк», 2021. 132 с.
5. Будяк Р.В., Посвятенко Е.К., Швець Л.В., Жученко Г.А. Конструкційні матеріали і технології: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 240с.

Дмитро КЛЕВЕНЕЦЬ¹⁸,
студент 3 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РОЗРОБКА УНІВЕРСАЛЬНОГО КУЩОРИЗА З ГІДРАВЛІЧНИМ ПРИВОДОМ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

***Анотація.** В статті розглянута можливість підвищення продуктивності та ефективності видалення небажаної деревно-кущової рослинності з поляхисних лісових смуг та зрошувальних систем універсальним кущорізом. Розроблено конструктивно-технологічну схему універсального кущоріза та обґрунтовано його технологічні параметри. Особливістю пропонованого кущоріза є універсальний багатофункціональний робочий орган змонтований на маніпуляторі, виконаний з можливістю поєднання операції зрізання рослинності з подальшим видаленням зрізаних залишків. Залежно від виду виконуваних робіт робоче обладнання гідравлічного кущоріза може навішуватися, як на стрілу екскаватора спільно з маніпулятором, так і на задню навіску трактора без маніпулятора.*

***Annotation.** The article considers the possibility of increasing the productivity and efficiency of removing unwanted tree-shrub vegetation from field protection forest strips and irrigation systems with a universal brushcutter. The structural and technological scheme of the universal brushcutter was developed and its technological parameters were substantiated. A special feature of the proposed brushcutter is a universal multifunctional working body mounted on a manipulator, made with the possibility of combining the operation of cutting vegetation with the subsequent removal of cut residues. Work equipment depending on the type of work performed hydraulic brushcutter can be hung like an excavator boom together with the manipulator, and on the rear hitch of the tractor without manipulator.*

***Вступ.** Розробка технології і машин для видалення небажаної деревно-кущової рослинності на зрошувальних системах повинна здійснюватися в залежності від віку, породного складу насаджень, типу посадки, розміщення посадочних місць[1]. Використання більшості перерахованих вище кущорізів не завжди можливо для виконання багатоопераційних рубок по догляду. Тому, для виконання таких робіт, необхідна універсальна машина з активним робочим органом, що дозволяє видаляти не тільки чагарники і паростки, а й вибірково дерева діаметром до 0,25 м. При цьому кущоріз повинен агрегатуватися з тракторами загального призначення і володіти високою продуктивністю.*

***Виклад основного матеріалу.** З огляду на факт відсутності універсальних багатофункціональних машин для проведення догляду за зрошувальною*

¹⁸Науковий керівник – к.т.н., доцент Руткевич В.С., кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

системою, актуальною залишається механізація технології видалення небажаної деревної рослинності і розробки прийнятної конструкції кущоріза для робіт на зрошувальних каналах, а також для проведення рубок по догляду за полезахисними лісосмугами, нами пропонується наступна конструктивно-технологічна схема навісного кущоріза з гідравлічним приводом робочих органів (рис.1) [1-3].

Запропонована конструктивна схема кущоріза є універсальною, вона може навішуватися, як на задню навіску трактора з використанням маятникового механізму, так і на екскаваторне обладнання, із змонтованим щелепним захватом. Схема кущоріза, що має навісне робоче обладнання до трактора МТЗ 80/82 представлено на рис. 1.

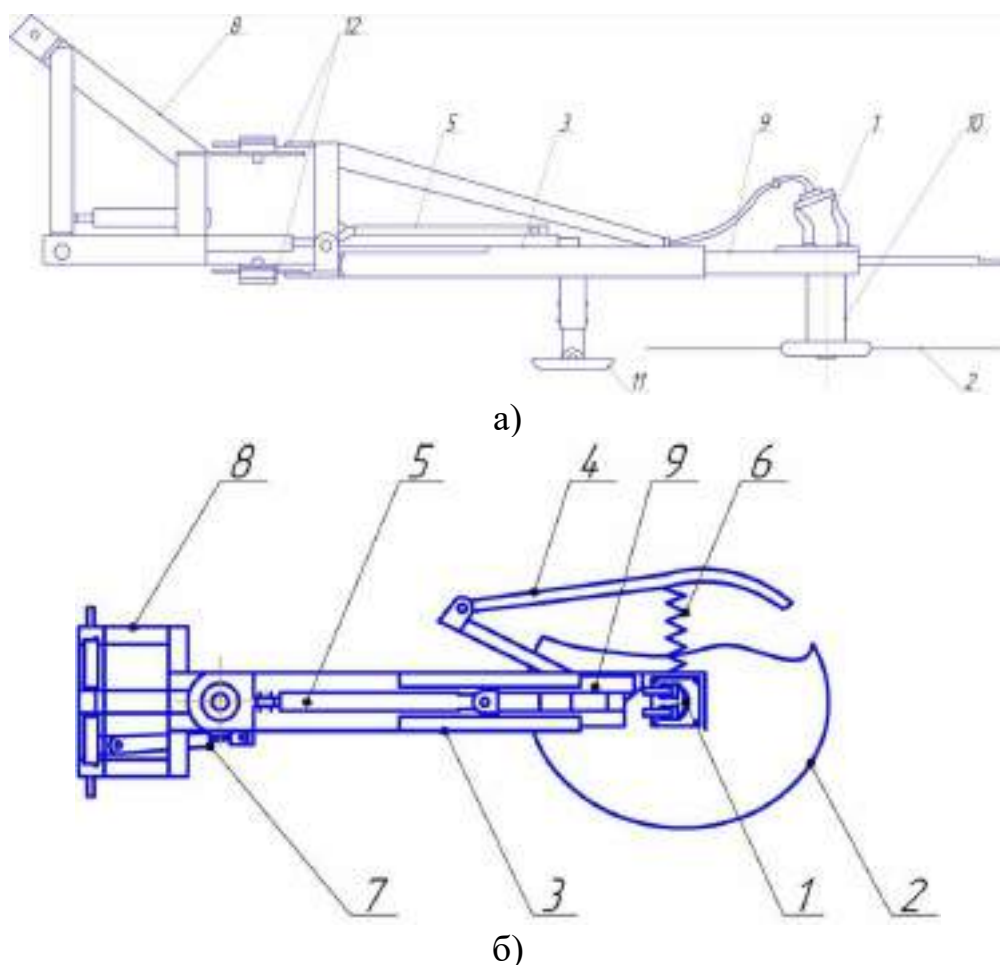


Рис. 1. Схема запропонованого навісного кущоріза з гідравлічним приводом:
а) вид збоку; б) вид зверху; 1 – гідромотор; 2 – дисковий ріжучий робочий орган;
3 – основна рама; 4 – підпружинений штовхач; 5 – гідроциліндр; 6 – пружина;
7 – допоміжний гідроциліндр; 8 – навісна рама; 9 – допоміжна рама;
10 – підшипниковий блок; 11 – опорна лижа; 12 – вушка

Застосування даної схеми кущоріза (рис. 1) найбільш ефективно для суцільного видалення деревно-кущової рослинності. В цьому випадку видаляють ряди чагарнику або дерев з гіршим станом, видаленню також підлягають частини зовнішніх рядів з однієї або двох сторін з метою доведення числа рядів і ширини смуг до рекомендованих параметрів.

У всіх випадках, в залишеній частині насаджень проводять вибіркові санітарні рубки, залишаючи кращі дерева, формують необхідну конструкцію.

При проведенні санітарних рубок видаляють сухостійні, усихаючі, вітровальні, пошкоджені снігом і ожеледдю, сильно заселені шкідниками дерева і чагарники.

В даному випадку для проведення санітарних рубок-догляду найбільш прийнятною буде навішування кущоріза з кліщовим захватом на екскаваторне обладнання, що дозволяє зрізати і здійснювати трелювання зрізаної деревної рослинності [4-6]. Конструктивна схема кущоріза, виконана у вигляді змінного робочого обладнання на екскаватор ЕО-2621 представлена на рис. 2.

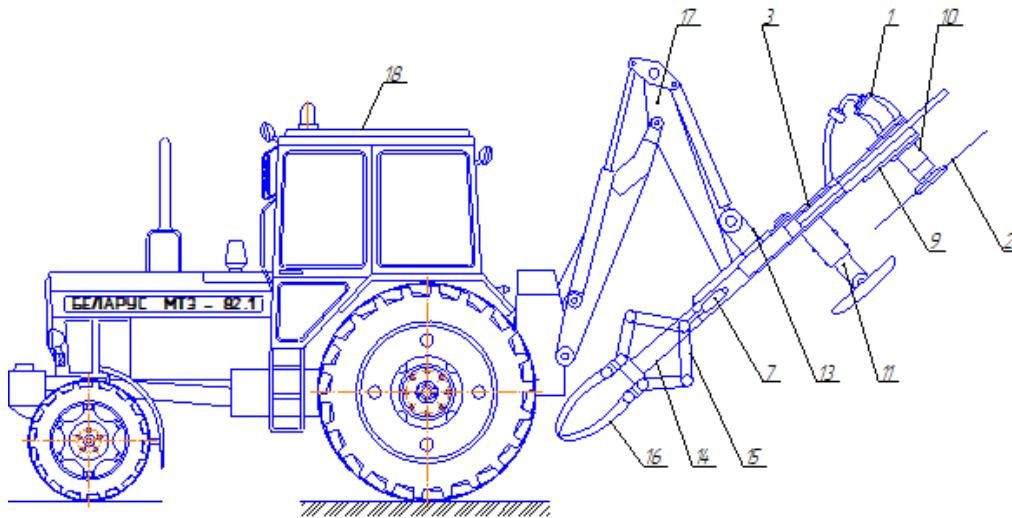


Рис. 2. Схема універсального кущоріза з гідравлічним приводом, що виконаний в вигляді змінного робочого органу на екскаватор ЕО-2621: 1 – гідромотор; 2 – дискова пилка; 3 – основна рама; 7 – допоміжний гідроциліндр; 9 – допоміжна рама; 10 – підшипниковий блок; 11 – опорна лижа; 13 – елемент кріплення; 14 – опорна плита; 15 – поворотні важелі; 16 – кліщовий захват; 17 – екскаваторне обладнання; 18 – трактор.

Кущоріз містить раму з встановленим на ній активним робочим органом, що складається з диска з'єднаного з гідромотором. Рама виконана у вигляді телескопічної стріли, яка складається з нерухомої основної рами 3 і рухомої допоміжної рами 9, закріпленої в передній частині основної рами 3. У задній частині телескопічної стріли закріплений кліщовий захват. Диск виконаний у вигляді дискової пилки 2, з'єднаної через підшипниковий блок 10 з гідромотором 1, встановленим на кінці допоміжної рами 9, з'єднаної з гідроциліндром 5, встановленим всередині основної рами 3. До зовнішньої нижньої сторони основної рами 3, прикріплена регульована по висоті опорна лижа 11. На верхній стороні основної рами змонтовані двосторонні під пружинні штовхачі 4, пружини 6 і елемент кріплення 13, кущоріза до екскаваторного обладнання 17, трактора 18. До задньої частини основної рами 3, прикріплена знімна опорна плита 14, на якій за рахунок допоміжного гідроциліндра 7, змонтовані поворотні важелі 15, до яких прикріплений кліщовий захват 16.

Застосування даного кущоріза дозволить, якісно і ефективно проводити догляд з видаленням деревно-кущової рослинності на зрощувальних системах, в необхідних обсягах з виключенням мало механізованої ручної праці і трелювальних пристосувань і механізмів.

Технологічний процес роботи кущоріза залежить, перш за все, від розмірних характеристик зрізаємої рослинності, посадки і розмірів міжряддя. З урахуванням цього фактора можливо 2 режими роботи кущоріза:

1) рядове зрізання дрібного чагарнику з подачею робочого органу рухом трактора;

2) рядове зрізання великих стовбурів діаметром до 0,25 м при зупинці базової машини шляхом подачі робочого органу.

1 режим. Рядове зрізання дрібнорослого чагарнику (з діаметром до 0,1 м в площині зрізу) і трав'яної рослинності.

При роботі кущоріза в цьому режимі зрізання здійснюється подачею робочого органу рухом машини. Це пояснюється тим, що при роботі з подібною рослинністю диск пилки не відчуває значних вертикальних навантажень (обумовлених нерівностями мікрорельєфу) за рахунок зрізання невеликого діаметра чагарнику[3]. Як показує проведений аналіз конструкцій кущорізів, подача робочого органу рухом машини при зрізанні дрібного чагарнику набула великого поширення.

Робота кущоріза в цьому режимі здійснюється наступним чином:

1 режим. Машиніст перед початком роботи фіксує мінімальну висоту зрізання рослинності положенням диска пилки 2 щодо опорної лижі 11. Потім включається привод робочого органу і здійснюється рух трактора [4, 6]. Радіус зрізання чагарнику на лісовій смузі можна регулювати гідроциліндрами, допоміжним гідроциліндром 7 здійснюється маятниковий рух телескопічної стріли і гідроциліндром 5 здійснювати телескопічне висування допоміжної рами 9 з основної рами 3, тим самим можна змінювати ширину захвату. При цьому висота залишених пеньків не повинна перевищувати 1/3 діаметра стовбура. Він визначає якість роботи кущорізів.

2 режим. Рядове зрізання деревно-кущової рослинності з діаметром в площині зрізу до 0,25 м.

Робота кущоріза в другому режимі здійснюється позиційно.

Робочий цикл включає: зрізання дрібного чагарнику і трав'яної рослинності під'їзду до великих стовбурів і окреме зрізання даних стовбурів при зупинці базової машини. Машиніст зупиняє трактор в безпосередній близькості від зрізаного стовбура, встановлює мінімальну висоту опорної лижі. Потім приводом від гідромотора 1 через підшипниковий блок 10 з дисковою пилкою 2 здійснюється зрізання стовбура [4].

Нами пропонується з урахуванням конструктивних і технологічних особливостей машини 3 режими роботи кущоріза з маніпулятором:

- для режиму, коли робочий орган кущоріза з кліщовим захватом агрегатується на екскаваторне обладнання для зрізання діаметром деревно-кущової рослинності до 0,25 м і трелюванні зрізаного дерева до місця укладання.

Удосконалена технологічна схема видалення деревно-кущової рослинності на каналах із застосуванням універсального кущоріза КН-ЗМГ з маніпулятором представлено на рис. 3.

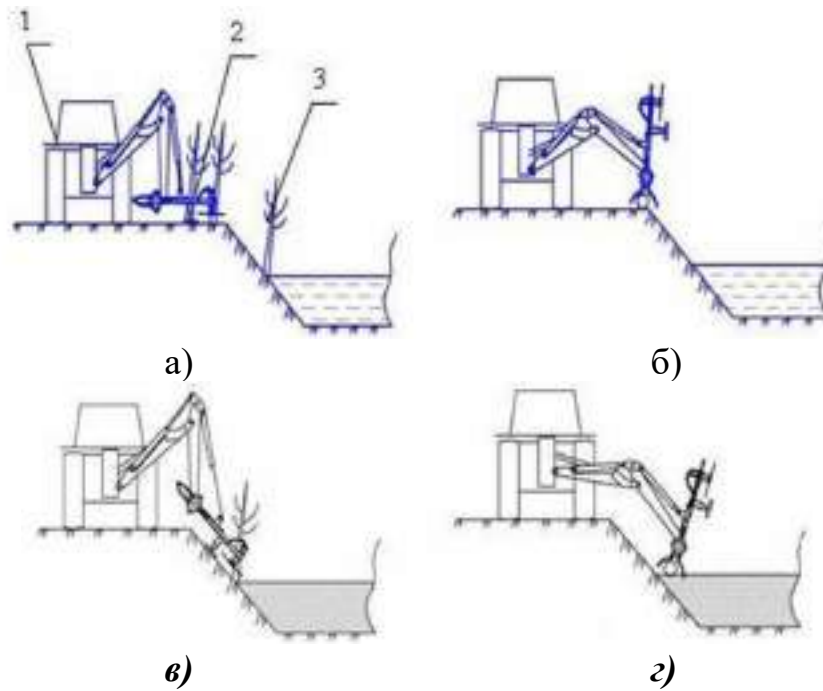


Рис. 3. Схема роботи пропонованого кущоріза з маніпулятором: а – зрізання деревно-кущової рослинності на бермах каналу; б – підбір зрізаних деревних залишків на бермі; в – зрізання деревно-кущової рослинності на схилах каналу; г – підбір зрізаних деревних залишків з русла каналу; 1 – трактор; 2 – кущоріз з кліщовим захватом; 3 – еревна рослинність

Робота кущоріза в третьому режимі здійснюється наступним чином. Машиніст зупиняє трактор в безпосередній близькості від зрізаного дерева, встановлює мінімальну висоту опорної лижі, включається привод робочого органу, здійснюється зрізання дерева дисковою пилкою приводом від гідромотора. Потім виконується поворот стріли гідроманіпулятора, де встановлений кліщовий захват з двома замикаючими кліщами, що здійснює захоплення спіяного дерева і трелюванні його до місця укладання.

Схеми руху кущоріза з гідравлічним приводом в лісовій смузі представлені на рис. 4.

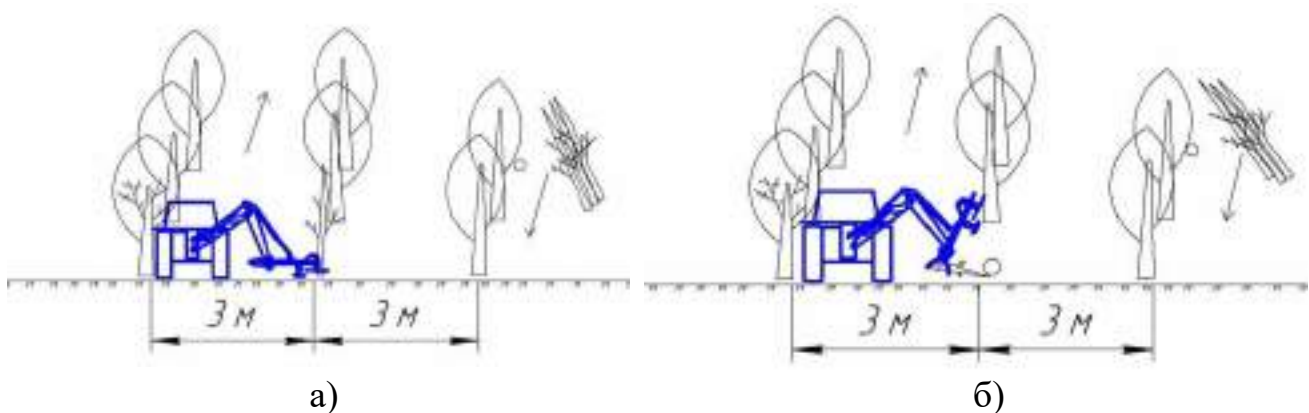


Рис. 4. Схема руху кущоріза в лісовій смузі: а) вибіркове обпилювання дерев; б) трелювання зрізаного дерева в міжрядді лісової смуги за допомогою маніпулятора

Застосування розробленого технологічного процесу забезпечить високу продуктивну роботу машини, поєднуючи дві операції обпилювання і

трелювання в одну. Тим самим скорочуючи час і витрати на даний технологічний процес в технології.

Висновки. Розроблено й обґрунтовано конструкцію універсального, багатофункціонального кущоріза з гідравлічним приводом і кліщовим захватом для зрізання деревно-кущової рослинності уздовж зрошувальних каналів та для проведення рубок догляду за полезахисними лісовими смугами. Застосування запропонованої машини економічно доцільніше, так як має суттєві переваги особливо на малих підприємствах, які не можуть собі дозволити імпортні дорогі машини та де спостерігається нестача машино тракторного парку. Таке розширення функціональних можливостей кущоріза підвищить його продуктивність при експлуатації на меліоративних об'єктах.

Список використаних джерел

1. Войтюк Д. Г. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку / Д.Г. Войтюк, М.В. Барановський, В.М. Булгаков та ін. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.

2. Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: Твори, 2019. 234 с.

3. Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А., Руткевич В.С., Моторна О.О. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: Твори, 2020. 355 с.

4. Іванов М.І., Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Гідравліка: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2019. 222 с.

5. Іванов М.І., Подолянин І.М., Шаргородський С.А., Руткевич В.С. Шляхи підвищення ефективності фронтального навантажувача на вивантажені консервованих кормів. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2011. № 9. С.53–61.

6. Veselovska N., Shargorodsky S., Rutkevych V., Kupchuk I., Burlaka S. Development of the mathematical model of the hydraulic drive of the lift mechanism of the working equipment of the front loader *Przegląd Elektrotechniczny*. 2023. Vol. 99 (№10). P. 34-38.

Валентина БАЛАБАН¹⁹,
студентка 2-го курсу,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПАСТЕРИЗАЦІЇ МОЛОКА ТА ВПЛИВ ФІЗИЧНИХ АСПЕКТІВ НА ЯКІСТЬ КІНЦЕВОГО ПРОДУКТУ

***Анотація.** Стаття присвячена процесу пастеризації молока та впливу фізичних аспектів на кінцевий результат. Фізичні аспекти, такі як температура, тривалість та рівень тиску під час процесу пастеризації які впливати на якість кінцевого продукту. Розглянуто вплив пастеризації на деградацію білків та жирів, а також на збереження корисних компонентів молока. Також зазначено важливість збереження корисних бактерій у молочних продуктах та їх зв'язок з процесом пастеризації.*

***Annotation.** The article is dedicated to the process of milk pasteurization and the impact of physical aspects on the final result. Physical aspects, such as temperature, duration and pressure level during the pasteurization process, affect the quality of the final product. The impact of pasteurization on the degradation of proteins and fats, as well as on the preservation of useful components of milk is considered. The importance of preserving beneficial bacteria in dairy products and their relationship to the pasteurization process is also noted.*

Вступ. Пастеризація - одноразове нагрівання рідин (здебільшого харчових продуктів) до температури, на нетривалий час з метою знищення бактерій, що містяться в рідинах. Під час пастеризації молоко нагрівають до температури 63 °С, але не вище від точки кипіння. Пастеризація молока є процесом, який забезпечує зниження кількості мікроорганізмів, що знаходяться в молоці, мета якого - запобігання зараженню хвороботворними бактеріями та збереження свіжості молочних продуктів. Фізичні аспекти процесу пастеризації молока включають температуру, тривалість процесу та рівень тиску, мають значний вплив на якість кінцевого продукту [1-3]

Продукти харчування можуть містити в собі різноманітні бактерії, які можуть викликати хвороби у людей. Процес носить помітну бактерицидну дію, може допомогти знищити більшість цих бактерій, не змінюючи смакових якостей продуктів харчування.

Цей процес є важливим кроком у забезпеченні безпеки продуктів харчування та знищенні хвороботворних бактерій.

Мета та завдання статті. Метою цієї статті є дослідження процесу пастеризації молока та вплив фізичних чинників на якість продукту. Визначити

¹⁹Науковий керівник: доктор філософії старший викладач Бурлака С.А. кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв.

вплив пастеризації на деградацію білків та жирів, та збереження корисних компонентів молока.

Виклад основного матеріалу. Пастеризація - це процес термічної обробки молока з метою зниження кількості шкідливих мікроорганізмів, таких як бактерії, віруси та грибки, які можуть бути присутні в молоці та викликати хвороби людей. Цей процес був вперше винайдений французьким вченим Луї Пастером у 1864 році, який назвав його на своє ім'я. Саме він зумів винайти спосіб обробки молока від шкідливих мікроорганізмів без шкоди для кінцевого продукту [1-3].

Для проведення пастеризації використовують пастеризаційні установки.

Обладнання для пастеризації і охолодження.

Пастеризаційно-охолоджувальні пластинчасті установки



Рис. 1. Установка пластинчаста пастеризаційно-охолоджувальна для молока ПОУМ

Призначена для швидкого нагріву молока, короткочасної витримки і подальшого його охолодження. Весь процес протікає в ізолюваному тонкошаровому безперервному потоці з автоматизованим управлінням, що забезпечує високі санітарно-гігієнічні вимоги, що пред'являються до продукту.

ПОУМ застосовується як правило на підприємствах молочної промисловості. Також подібні установки знаходять своє використання і в інших сферах харчової промисловості [1,2].

Пластинчасті охолоджувачі, теплообмінники ОПМ.



Рис. 2. Охолоджувачі молока пластинчасті ОПМ

Призначені для охолодження продукту в безперервному потоці, що забезпечує високі санітарно-гігієнічні умови виробництва. Застосовуються на молочних, сироварних та інших підприємствах харчової промисловості, де

потрібне здійснення процесу теплообміну між двома середовищами без змішування цих середовищ.

Ванни пастеризації, підігріву і охолодження:



Рис. 3. Ванни ВДП

Ванна ВДП призначена для підігріву, пастеризації молочних продуктів за рахунок гарячої води, пари [1,2].



Рис. 4. Ванна ВДПЕ

Ванна пастеризації ВДПЕ призначена для підігріву, пастеризації або квашення молока за рахунок електронагрівачів (тенів).



Рис. 5. Ванна ВЗУ

Ванна універсальна з окремими контурами підігріву і охолодження.

Пастеризатори трубчасті, підігрівачі:



Рис. 6. Пастеризатор трубчастий ПТУ

Призначена для швидкої пастеризації в потоці молока на молочних, сироробних і маслобробних і молочно-консервних заводах [2,3].

Установка ефективно використовується у випадках, коли подальший процес обробки молока відбувається при температурі, яка мало відрізняється від температури пастеризації.

Існує кілька видів пастеризації:

- В залежності від часу нагрівання розрізняють:
- тривалу пастеризацію (при 63 — 65°C протягом 30 хвилин),
- короткочасну (при 72 — 75°C з витримкою 15 — 20 секунд)
- миттєву (при 85 — 90°C без витримки).

Пастеризація молока на підприємствах. Після пастеризації молоко перевіряється. Воно повинно відповідати нормам ГОСТ після чого воно опиняється на прилавках магазинів. За нормами ГОСТ пастеризоване молоко має:

- мати типовий смак і запах молока;
- не мати сторонніх присмаків, запахів;
- бути певної щільності;
- володіти тією чи іншою жирністю, заявленої виробником;
- містити певну норму корисних бактерій;
- не мати в складі патогенних бактерій, спор грибків.

Молоко по ГОСТ також перевіряється на наявність механічних домішок, титруєму кислотність, редуктазу. Продукт, який пройшов пастеризацію і перевірку, надходить на продаж [2,3].

Вплив фізичних аспектів. Температура є одним з найважливіших елементів пастеризації молока. Підвищення температури молока до високих рівнів сприяє зниженню кількості бактерій та мікроорганізмів. Але дуже висока

температура може призвести до деградації білків, жирів та важливих компонентів молока. Зазвичай температура пастеризації молока коливається від 62 до 72 градусів Цельсія.

Тривалість процесу також впливає на якість кінцевого продукту. Занадто короткий час пастеризації може не забезпечити достатнього зниження кількості бактерій та мікроорганізмів, тоді як занадто довгий час може призвести до деградації важливих компонентів молока, що може вплинути на його смакові властивості, текстуру, смак та харчову цінність. Зазвичай тривалість процесу пастеризації коливається від 15 до 30 секунд [2-4].

Мезофільні молочнокислі бактерії, такі як (*S. lactis*, *S. cremoris* і ін.), зазвичай гинуть під час пастеризації. Однак термофільні молочнокислі стрептококи та ентерококи, такі як (*S. durans*, *S. bovis*, *S. faecalis*), можуть зберігатися в молоці після пастеризації. Їх біологічна активність при температурах нижче 8 ° C низька, тому вони не впливають на якість охолодженого пастеризованого молока.

Термостійкі молочнокислі палички можуть витримувати режими пастеризації, але при низьких температурах зберігання молока вони не розвиваються. Їх роль особливо велика в виробництві кисломолочних продуктів.

Психрофільні бактерії зазвичай гинуть під час пастеризації, але деякі клітини більш термостійких видів можуть витримувати короточасну пастеризацію при температурах 71-72 ° C і навіть 75-77 ° C. Ефективність пастеризації залежить від того, які види мікроорганізмів переважають у сирому молоці. Цей фактор визначається умовами зберігання сирого молока до пастеризації [2-4].

Якщо молоко охолоджують до температури 0-3 ° C відразу після доїння і зберігають при цій температурі до переробки, в ньому розвивається переважно психрофільні мікрофлора. Психрофільні мають низьку термостійкість, тому ефективність пастеризації глибоко охолодженого молока висока (до 99,9%).

Підвищення рівня тиску під час пастеризації може забезпечити більш ефективне зниження кількості мікроорганізмів у молоці, проте це також може призвести до деградації білків та інших важливих компонентів молока. Надмірний тиск також може призвести до зміни текстури та смаку молочних продуктів [3,4].

У пастеризованому молоці та молочних продуктах можуть зберігатися корисні бактерії, які допомагають у засвоєнні поживних речовин та підтриманні здоров'я шлунково-кишкової системи.

Згідно стандарту України ДСТУ 2661-94 масова частка жиру в питному молоці становить 1,0 %, 1,5; 2,0; 2,5; 3,2; 3,5; 4,0; 6,0, а також знежирене.

Після пастеризації його охолоджують і за цієї самої температури зберігають. Охолоджують спочатку в секціях рекуперації (до 20 °C), а потім в секції охолодження крижаною водою до 6±2°C. Недотримання температурного режиму спричинює роз-виток гнильних бактерій та псування молока.

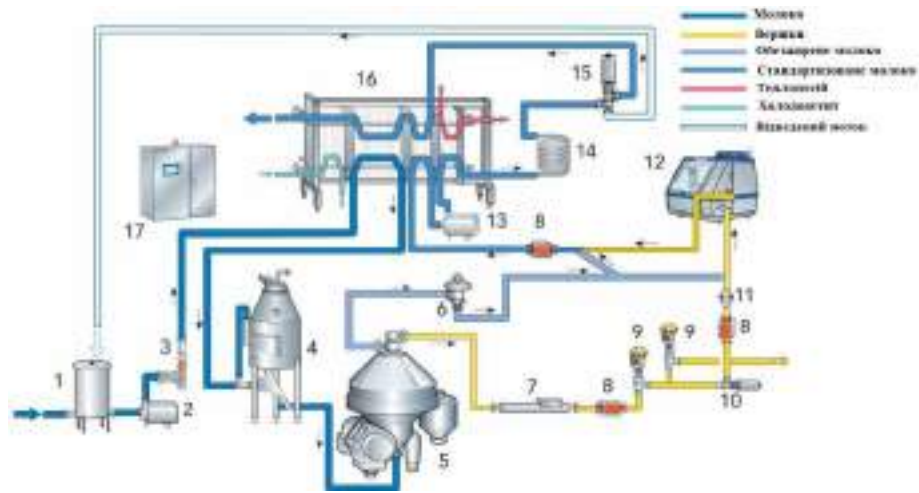


Рис 3. Система пастеризації молочних продуктів. 1. Вирівнювальний бак. 2. Насос подачі продукту. 3. Регулятор потоку. 4. Деаератор. 5. Сепаратор. 6. Клапан постійного тиску. 7. Датчик щільності. 8. Датчик витрати. 9. Регульовальний клапан. 10. Відсічний клапан. 11. Запірний клапан. 12. Гомогенізатор. 13. Насос підкачування. 14. Утримуюча трубка. 15. Клапан відведення потоку. 16. Теплообмінник пластинчастого типу. 17. Керування процесом

Пастеризація молока не призводить до значних змін у властивостях продукту. Органолептичні параметри залишаються незмінними, тож харчова цінність продукту залишається майже на однаковому рівні.

Теплова обробка молока при пастеризації може призводити до денатурації білків, зокрема, сироваткових, при температурах вище 65 °С. Вітаміни можуть руйнуватися, а солі фосфору і кальцію випадають в осад. Зміни залежать від температури та тривалості пастеризації [3,4].

Пастеризація може викликати деградацію білків та жирів у молоці. Це може призвести до погіршення смаку та текстури продукту. Але при дотриманні вимог до процесу пастеризації молока, можна зберегти усю користь кінцевого продукту.

Висновок. Пастеризація молока – важливий кроком у виробництві безпечних та здорових молочних продуктів. Так, пастеризація молока може призвести до деградації важливих компонентів молока, таких як білки та жири, може погіршити смак та текстуру молочних продуктів. Однак, правильний процес пастеризації зберігає значну частину вітамінів та інших корисних речовин у молоці. Це зменшує ризик зараження хворобами, що передаються через молоко.

Фізичні аспекти відіграють велику роль у знезараженні молочних продуктів. Адже саме від них залежить кінцевий результат та якість. Температура є одним з найважливіших параметрів пастеризації молока. Занадто висока температура може вплинути на якість продукту, а занадто низька може не забезпечити достатнього знищення шкідливих бактерій та мікроорганізмів. Тому слід звертати увагу на дотримання вимог щодо температурних режимів. Рівень тиску також може впливати на якість кінцевого продукту під час пастеризації молока. При дотриманні усіх вимог пастеризації молока можна отримати безпечний та якісний продукт.

Список використаних джерел

1. Пастеризація. веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F> (дата звернення 25. 09. 2023)
2. Вторинна обробка молока. веб-сайт. URL: <https://buklib.net/books/34172/> (дата звернення 25. 09. 2023)
3. Пастеризація молока що це, види пастеризації, в домашніх умовах. веб-сайт. URL: <https://taya.com.ua/pasterizacija-moloka-shho-ce-vidi-pasterizacii-v/> (дата звернення 25. 09. 2023)
4. При якій температурі відбувається пастеризація. веб-сайт. URL: <https://stale.ru/uk/ryadovki/pri-kakoi-temperature-proishodit-pasterizaciya-rezhimy-pasterizacii-moloka/> (дата звернення 25. 09. 2023)

Andriy ZELINSKY²⁰,

4th year student, Bachelor,
Faculty of Engineering and Technology,
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine

BIOTRANSFORMATION OF BIOMASS ENERGY INTO BIOGAS BY ANAEROBIC FERMENTATION

***Annotation.** Biomass processing from livestock waste through anaerobic fermentation with the formation of biogas is one of the promising directions, which can be used to obtain fuel and energy in the future.*

Biotransformation of biomass energy into biogas through methane fermentation allows solving energy, social, agricultural and environmental issues.

The technology of obtaining renewable sources of energy, biogas, by processing organic waste in anaerobic conditions is successfully used in the agriculture of developed European countries and occupies a significant place in the energy balance. The considered methods of heat and mass exchange, which allow controlling the process of anaerobic fermentation of biomass and the formation of biogas. These studies were carried out within the framework of the scientific topic "Investigation of ways to optimize the performance of the technological process for the manufacture of fatty acids esters for diesel biofuel" (State registration number: 0122U002187 dated 30.03.2022.)

***Keywords** Biomass processing, anaerobic fermentation, fuel, biomethanol, biodiesel, biogas, dimethyl ether, compressed and liquefied gases, methantenk.*

***Анотація.** Переробка біомаси з відходів тваринництва шляхом анаеробного зброджування з утворенням біогазу є одним із перспективних напрямів, який в подальшому можна використовувати для отримання палива та енергії.*

²⁰Науковий керівник - к.т.н., доцент Труханська О.О. кафедри агроінженерії та технічного сервісу ВНАУ.

Біотрансформація енергії біомаси в біогаз шляхом метанового зброджування дозволяє вирішувати енергетичні, соціальні, сільськогосподарські та екологічні питання.

Технологія отримання поновлюваних джерел енергії, біогазу, шляхом переробки органічних відходів в анаеробних умовах успішно застосовується в сільському господарстві розвинених європейських країн та посідає значне місце в енергетичному балансі.

Розглянуті способи тепломасообміну, які дозволяють контролювати процес анаеробного зброджування біомаси та утворення біогазу.

Дані дослідження проводилися в рамках наукової тематики «Дослідження шляхів оптимізації продуктивності технологічного процесу виробництва складних ефірів жирних кислот для дизельного біопалива» (Номер державної реєстрації: 0122U002187 від 30.03.2022 р.).

Ключові слова. *Переробка біомаси, анаеробне бродиння, паливо, біометанол, біодизель, біогаз, диметилловий ефір, зріджені гази, метантенк.*

Introduction. An important component of the efficiency of methane conversion, along with obtaining biogas and high-quality fertilizers, is the list of indirect effects, the value of which is based on both economic indicators and national priorities. These include: reduction of the energy component in the cost of agricultural products; saving energy resources in the costly production of mineral fertilizers; reduction of herbicide load on soils. The relevance of using plants for obtaining biogas involves the rational use of biomass energy from livestock industry waste to obtain biofuel; involvement of an additional non-traditional and renewable energy source in the energy balance; obtaining high-quality fertilizers, increasing productivity [1].

Ukraine, as an agrarian state, has a large raw material base for the organization of industrial production of biogas from agricultural waste. These are mainly livestock and crop production wastes. Manure biomass of cattle, pigs, chicken droppings, silage, spoiled grain, sewage, fats, food industry waste can be used as raw materials. Most types of raw materials can be mixed with other types of raw materials [2]. The most suitable for this process are manure biomass of livestock farms and complexes. The amount and properties of litter depend on the age, diet, feeding and method of keeping animals [3].

In such a field as animal husbandry, there is a serious problem - disposal of farm waste. Animal husbandry is one of the main sources of greenhouse gas emissions into the atmosphere. At livestock farms, atmospheric pollution occurs from two sources. The first source of pollution is the intestinal fermentation of animals, as a result of which methane enters the atmosphere. The second source of methane and nitrous oxide emissions are biomass collection and storage systems [1 - 3].

The type of raw material determines the subsequent technology and regime of the methane fermentation process. It is known that manure contains a significant potential for obtaining energy, since the reserve of solar energy contained in the biomass of plant fodder is used inefficiently. Methane is formed as a result of the decomposition of biomass on livestock and poultry farms during its storage or processing in systems that promote anaerobic conditions [3].

To reduce emissions from animal farm waste, various methods of capturing greenhouse gases are used.

In the aspect of increasing the price of production and transportation of natural energy carriers, such as natural gas and oil, the solution of this problem acquires special importance, since organic waste from farms is a potential raw material for biotechnology. Biotechnologies involve several stages of decomposition of organic substances followed by the production of biofuel (biogas). Biogas contains 40-60% methane, 30-60% carbon dioxide, and a small amount of hydrogen up to 1% and hydrogen sulfide - up to 3%. After purification from impurities to the state of biomethane, it can partially replace natural gas, without reconfiguration of gas combustion equipment [1, 4].

Presenting main material. The purpose of the research is to substantiate the technology of biogas production from livestock waste by means of anaerobic fermentation in methane tanks.

The decomposition of organic matter in a methane tank is a complex anaerobic process. In the process of fermentation, complex organic substances are decomposed into simpler ones. As a result of fermentation, biogas and fermented organic matter are formed. Fermented biomass is a high-quality organic fertilizer.

The fermentation process can be divided into 4 stages, each of which involves different groups of bacteria [1-3].

The ratio and interaction of different groups of microorganisms determine the stability of the processing process. For the normal flow of the process, optimal conditions for the vital activity of bacteria must be provided. To create these conditions, it is necessary to observe the following factors: certain properties of the raw material, the temperature of the fermentation process, the concentration of nutrients, the humidity of the substrate, the pH of the medium, anaerobic conditions, the pressure in the methane tank, the duration of fermentation, the intensity of mixing the substrate, the design of the methane tank [4-5].

For the stable flow of the fermentation process of livestock farm waste, it is necessary to observe all technological parameters that affect the amount of biogas obtained. One of the main parameters is the fermentation temperature. An increase or decrease in the fermentation temperature in the methane tank leads to a decrease in the amount of biogas obtained. To maintain the fermentation temperature, heating of the methane tank with a heating coolant circulating in the coil is provided. Determination of the thermal power required for heating the fermented mass, taking into account all influencing factors, is mandatory for high-quality regulation of the temperature of the heating coolant.

Biogas production can be carried out in a wide temperature range. Biomass fermentation is not used in climates with low temperatures (10 - 20°C). This is due to the fact that the duration of fermentation increases and low biogas productivity is observed. In practice, mesophilic (30 - 45°C) and thermophilic (50 - 65°C) modes of fermentation are used. Each of these modes has its advantages and disadvantages.

Most plants operate in mesophilic mode with a fermentation temperature of 40°C. At the same time, the most actively developing methanogenic bacteria with the maximum formation of biogas. For this type of raw materials, which will be

processed under mesophilic conditions, the time during which the largest part of biogas is released is about 10-15 days [6].

In order to maintain a constant temperature, heating elements mounted inside the methane tank are provided. The amount of heat required to maintain a given temperature consists of the amount of heat spent on heating a fresh portion of biomass and on compensation of heat losses.

One of the conditions for effective decomposition of biomass in a bioreactor is the mass exchange on the surface of the solid and liquid phases of the substrate. To ensure a developed mass transfer surface, it is necessary to grind the biomass before loading it into the methane tank. This is due to the fact that fresh biomass contains a large amount of raw materials of plant origin. Before feeding the raw material for grinding, it must be thoroughly mixed, and for this, manure collectors of livestock farms are equipped with devices for mixing sediment and homogenizing manure [4-6].

Uniform distribution of temperature throughout the volume is achieved by mixing the biomass.

One of the important factors affecting methane fermentation is the ratio of carbon and nitrogen in the processed raw materials. If the C: N ratio is excessively large, the lack of nitrogen will serve as a limiting factor for the methane fermentation process. If the ratio is too small, such a large amount of ammonia is formed that it becomes toxic to bacteria [3, 6].

In order for the fermentation process in the methane tank to proceed evenly, it is necessary to maintain appropriate conditions in it. For this purpose, it is recommended to supply and discharge the sediment to the methane tank evenly throughout the day [6].

Solid particles of biomass form a sediment, and lighter materials rise to the surface of the raw material and form a crust. This leads to a decrease in gas formation. Before loading biomass into the methane tank, it is necessary to homogenize it and strive for the absence of solid substances in the raw material. The humidity of the substrate plays an important role in the fermentation process. For the possibility of uniform mixing and stable decomposition of bacteria, the moisture content of the biomass should be within 85-95%.

The working pressure in the methane tank plays an insignificant role in the formation of biogas, therefore, most methane tanks work at a pressure slightly higher than atmospheric. The obtained biogas must meet the requirements defined in [7,8].

Thus, achieving the maximum amount of biogas obtained is possible only if all technological factors are observed, the main of which are fermentation temperature, mixing mode, biomass moisture, fermentation duration.

The moisture content of the raw material and the presence of solid particles in it are of great importance for the effective fermentation of liquid manure. This is primarily due to the operating conditions of the installation, since solid particles have a higher density than the substrate being fermented and form sediment in the methane tank, while light particles float and form a crust on the surface of the substrate that prevents gas evolution. In addition, at low humidity (less than 86%), it becomes difficult to mix the substrate, and at high humidity (more than 96%), gas evolution is sharply reduced due to the insufficient content of organic substances in the raw

material. Most specialists consider the optimal concentration of dry substances in manure biomass to be 8-10% [3, 6].

The yield of biogas depends on the proportion of carbohydrates, fats and proteins in the substrate. Carbohydrates are in the form of polysaccharides and are further broken down into disaccharides and monosaccharides. The content of fiber and lignin affects the production of biogas. Lignin, which is almost not decomposed in the process, and fiber significantly reduce gas production.

In methane fermentation, one of the most important factors is the C: N ratio in the substrate. With an excess of nitrogen, a large amount of ammonia occurs, which leads to the death of microorganisms as a result of its toxic effect. The lack of nitrogen will serve as a factor that limits the process of methane fermentation. In the process of methane fermentation, the C: N ratio is constantly changing, since carbon is constantly released with biogas, and nitrogen is stored in the bioreactor and comes out only when the sludge is discharged.

The sludge formed after the fermentation of manure biomass contains a significant amount of biomass and can be used as fertilizers or feed additives. After methane fermentation, almost all nitrogen is stored in organic or ammonium form, which is contained in the raw material. This makes it possible to further use the fermented sludge as fertilizer.

Also, the sludge, which contains valuable nutrients, is processed into feed additives and used in the fattening of cattle, birds, sheep and pigs. Fermented sludge is used in the cultivation of algae. The microbiological biomass of fermented manure contains all essential amino acids. The presence of a large number of vitamins of group B determines the possibility of its use for obtaining protein-vitamin food additives [4].

The degree of decomposition of organic matter of agricultural waste largely depends on the composition of the raw material, on how much non-biodegradable fraction it contains. So, for example, the biodegradability of cattle manure is 60-70%, bird droppings – up to 87%, and pig manure – 90%. In practice, obtaining such a high degree of decay is impractical.

The degree of decomposition for various wastes varies depending on the composition of the raw materials, the optimality of the process, the temperature regime of the process, the presence of process inhibitors and catalysts [3-5].

Different designs of methane tanks show that heat exchange in the methane tank between the heating element and the fermented mass, temperature distribution throughout the entire volume of the fermented mass during mixing, as well as heat exchange between the external surfaces of the methane tank and the environment are important for the intensification of the biogas formation process.

Methane tanks have become widely used as a device for wastewater disinfection in sewage treatment plants. In these facilities, in domestic practice, heating of sediment is most often carried out by hot steam.

The main disadvantage of using this method of heating is high steam temperatures, which lead to the death of bacteria involved in the process of methane formation [3, 4].

The end product of methane fermentation is biogas, which consists of an average of 65-70% methane and 25-30% carbon dioxide with small admixtures of hydrogen sulfide, hydrogen, and nitrogen.

The calorific value of biogas is in the range of 20.0-34 MJ/m³, depending on the CO₂ content. Before use, biogas is cleaned of excess water and hydrogen sulfide. Biogas production takes place in special reactors (methane tanks), equipped and managed in such a way as to ensure maximum release of methane.

Schemes of heat exchange in a methane tank with a paddle stirrer and a heat exchanger and a biogas reactor with a vertical propeller stirrer are presented in (Fig. 1, Fig. 2) [4].

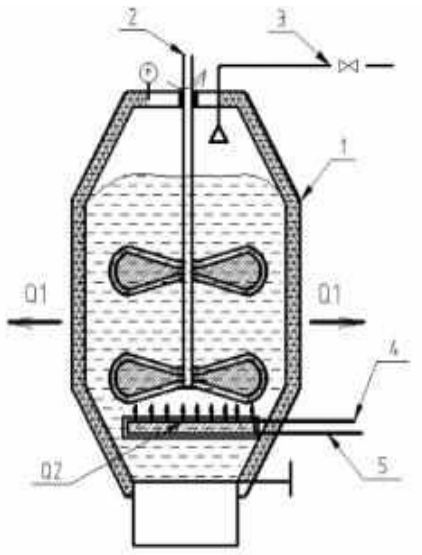


Fig. 1. Biogas reactor with paddle stirrer and heat exchanger: 1 - insulated housing; 2 - paddle mixer; 3 - biogas discharge pipeline; 4 - coolant supply pipeline; 5 - return pipeline of the coolant; Q1 - heat loss of the case; Q2 - the amount of heat that is transferred from the coolant to the fermented mass.

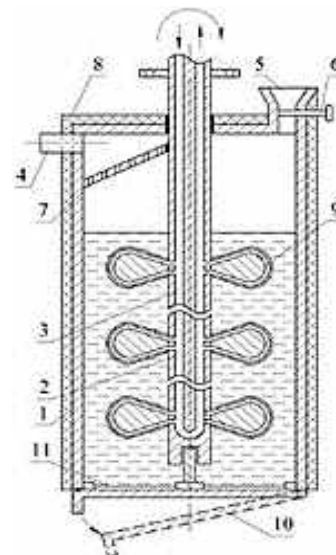


Fig. 2. Diagram of a biogas reactor with a vertical propeller stirrer: 1 – tank body; 2 – mixer shaft; 3 – biomass heater; 4 – consumer pipe; 5 – loading neck; 6 – slide shift; 7 – gas distribution grid; 8 - frame; 9 – propeller stirrer; 10 – bottom; 11 – support element.

In the scheme of a biogas reactor with a blade stirrer and a heat exchanger, the peculiarities of non-stationary heat exchange were investigated (Fig. 1). For heating, a coolant with an inlet temperature of 60°C was used, which flows in pipelines 4 and 5. Mixing of the substrate is carried out by a paddle mixer 2.

The disadvantage of this biogas reactor is the impossibility of uniform heating of the entire volume of the fermented mass, since the heating element is installed in the lower part of the reactor. During the period when the blade stirrer is turned off, overheating of the lower part and a decrease in the temperature of the fermented mass in the upper part of the reactor will be observed.

In the scheme of a biogas reactor with a vertical propeller stirrer, it is proposed to use a design of a biogas reactor with a vertical propeller stirrer with an improved process of mixing the mixture, which increases the production of biogas per unit weight of biomass (Fig. 2).

The bioreactor contains a tank 1, which is covered with a frame of a greenhouse 8 from above. Inside the tank 1, a vertical propeller mixer 9 is placed on a

shaft 2, which serves to mix biomass. A biomass heater 3 is installed inside the shaft 2. A protective gas distribution grid 7 is mounted above the vertical propeller agitator 9, above which there is a biogas outlet fitting to the consumer pipe 4. Under the vertical propeller agitator 9 is a support element with holes for the passage of spent mass 11 and a bottom 10, which hingedly attached to the body 1 with the possibility of lowering down. At the top of the structure there is a loading hopper 5 with a gate valve 6.

Intensification of the process of anaerobic fermentation in a biogas plant is quite effective with the use of various mixing devices. The introduction of a mixer into the design of the biogas plant leads to an increase in its efficiency. In the proposed biogas reactors, mixing devices intensify the bioconversion process [5].

Mechanical mixing of the substrate in a biogas plant is a simple and effective way of intensifying fermentation in order to optimize the process of biogas formation. In the installation, thanks to the heating of the substrate, the release of biogas is accelerated, and in the presence of a vertical propeller mixer, the heat is evenly distributed over the entire mass of the substrate in the biogas installation. In addition, mixing prevents the formation of a floating crust on the surface of the substrate and prevents the formation of sediment at the bottom of the biogas plant. Since the substrate is an organic raw material, it is important to determine the optimal parameters of its mixing to ensure the efficiency of the biogas plant. The parameters of the mixing process (rotation speed of the propeller mixer and movement of the substrate), as well as their relationship with the mixing time, depend on the physical properties of the loaded substrate. Setting optimal parameters of substrate mixing in a biogas plant to ensure intensive biogas formation is possible based on the results of mathematical modeling of the mixing process.

In reactors divided into sections with different fermentation temperature regimes, it is technologically problematic to maintain the calculated temperatures in each zone. Also, given the fact that bacteria are very sensitive to temperature, a sudden change in temperature can lead to inhibition of bacterial activity. In practice, most installations work in one set temperature mode of fermentation, since a stable output of biogas is observed at the same time [4, 5]. The development of a methane tank design that will allow maintaining all the technological parameters of the anaerobic fermentation process, as well as being easy to manufacture, operate and be energy efficient, is an actual direction.

Conclusions. The physicochemical properties were analyzed and the biological agent and biochemical bases of the process of methane fermentation of cattle waste were characterized.

For stable biomass fermentation and biogas output, strict compliance with all technological parameters of methane tank operation is necessary. The regulation of the temperature of the heat carrier depending on factors such as the temperature of the outside air and the thickness of deposits on the outer wall of the coil is poorly studied and requires further research. Biogas can be used as fuel for internal combustion engines. Biogas, obtained in the process of anaerobic fermentation of manure and other suitable organic waste, is not only a renewable source of energy, but also an ecological method of processing and utilization of this waste into organic fertilizer.

References

1. Kaletnik H.M. (2010) Biofuels: the efficiency of their production and consumption in the agricultural sector of Ukraine: training. manual. K: Agrarian science, 2010. 327p. [in Ukrainian].
2. Anisimov V.F., Trukhanska O.O., Shvets L.V. (2022) Recognizing the technical condition of auto-tractor diesels by small deviations of parameters: monograph. Vinnytsia National Agrarian University. Vinnytsia: TVORY, 2022. 176 p. [in Ukrainian].
3. Tokarchuk D.M. Production and use of biogas in Ukraine: economic and social perspectives. Collection of scientific works of the Tavri State University of Agrotechnology, 2013. Collection 22. Volume 3. P. 338-346. [in Ukrainian].
4. Tkachenko S.Y. (2005) Modeling the intensity of heat transfer to multicomponent organic mixtures / Tkachenko S.Y., Resident N.V. / Visnyk VPI. 2005. No. 6. P. 187–193. [in Ukrainian].
5. Liebetrau, J. (2013) Messmethoden sammlung Biogas: Methoden zur Bestimmung von analytischen und prozessbeschreibenden Parametern im Biogasbereich. / J. Liebetrau, D. Pfeiffer, D. Thrän. Leipzig: DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH. November 2013, 2. 212 p. [in Germany].
6. Fleming J.G. (2022) Novel simulation of anaerobic digestion using computational fluid dynamics. J.G. Fleming. Department of Mechanical Engineering North Carolina State University. 2022. 134 p. [in English].
7. DSTU 7721:2015 Gaseous fuel. Biogas Technical requirements and methods of control. [in Ukrainian].
8. DSTU 4516: 2006. Renewable energy sources. Biogas installations. [in Ukrainian].

Василь КОГУТ²¹,
магістр 1 року,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАТРАТ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ КОМБІНОВАНИХ ҐРУНТОБРОБНИХ АГРЕГАТІВ

***Анотація.** У статті проведений аналіз машин та комплексів для проведення технологічного процесу обробки ґрунту. Обґрунтовано застосування комбінованого агрегату, у якому шляхом удосконалення конструктивно-технологічної схеми, оснований на новій сукупності конструктивних елементів і вузлів, та їх взаємному розташуванні,*

²¹Науковий керівник - к.т.н., доцент Труханська О.О. кафедри агроінженерії та технічного сервісу ВНАУ

забезпечується врівноваження знаряддя за рахунок симетричного розташування робочих органів відносно лінії тяги.

Ключові слова. обробіток ґрунту, агрегат, знаряддя, функціональні можливості, режими роботи, енергетичні затрати.

Annotation. *The article analyzes machines and complexes for the technological process of soil cultivation. The use of a combined unit is substantiated, in which, by improving the structural and technological scheme, based on a new set of structural elements and nodes, and their mutual location, the tool is balanced due to the symmetrical location of the working bodies relative to the line of traction.*

Keywords. tillage, aggregate, tools, functionality, modes of operation, energy costs.

Вступ. Сучасні системи землеробства, які ґрунтуються на застосуванні робочих органів машин для полицевого, плоскорізного і чизельного обробітку ґрунту, лише за відповідної їхньої комбінації можуть зменшити втрати вологи, оптимізувати розміщення насіння у вологому шарі ґрунту, усунути потребу у додаткових проходах енергетичних засобів і мінімізувати негативну дію ходових систем машин та агрегатів на ґрунт. Адже численні проходи ґрунтообробних машин та агрегатів полем призводять до надмірного ущільнення і деградації ґрунту [1].

Мінімізувати проходи машин полем можна шляхом застосування комбінованих ґрунтообробних агрегатів із активними і пасивними робочими органами [1].

За потреби одночасного виконання неоднорідних операцій (наприклад, обробіток ґрунту, сівба та внесення добрив) із попереднім або без попереднього обробітку використовують багатофункціональні агрегати або комплекси. За умови застосування комбінованих ґрунтообробних агрегатів можна сумістити операції основного й поверхневого обробітку ґрунту, передпосівного, основного або передпосівного обробітку і внесення добрив, передпосівного обробітку ґрунту та сівби тощо. Комбіновані ґрунтообробні агрегати застосовують переважно для основного або для передпосівного обробітку ґрунту [1].

Метою роботи є проведення аналізу та дослідження шляхів зменшення енергетичних затрат комбінованих агрегатів на різних типах ґрунтів для передпосівного обробітку.

Виклад основного матеріалу. Перевагами комбінованих ґрунтообробних агрегатів є заміна 5 – 6 одноопераційних агрегатів одним, створення більш однорідного за щільністю обробленого шару ґрунту, скорочення витрат палива, затрат робочого часу, експлуатаційних витрат та термінів виконання робіт, а також збереження вологи у ґрунті.

Важливою перевагою комбінованих агрегатів також є зменшення кількості проходів та переїздів тракторів і сільськогосподарських машин полем, внаслідок чого мінімізується ущільнення ґрунту, зменшуються й енергетичні витрати [1-3].

Можна також відзначити, що зважаючи на свої конструктивні особливості, комбіновані агрегати не можуть повною мірою замінити

одноопераційні машини, які, як і раніше, широко застосовують у землеробстві, оскільки вони призначені для виконання конкретних завдань, хоча і не завжди можуть зрівнятися за показниками ефективності роботи із комбінованими агрегатами. Недоліками останніх є їхня значна вага, високий тяговий опір, а також відсутність технологічної універсальності. Тому повністю відкидати застосування одноопераційних машин і знарядь або ігнорувати комбіновані агрегати недоцільно та й непотрібно. Адже доцільність їхнього застосування слід визначати за конкретних господарських та ґрунтово-кліматичних умов.

Відомо дискове ґрунтообробне знаряддя, що складається з рами, вісі з опорно-транспортними колесами, окремо закріпленими дисками, механізму переведення знаряддя в транспортне положення (комбінований агрегат) [2].

Знаряддя виконує розпушення ґрунту на глибину 8...12 см та подрібнює залишки крупностеблових культур, проводить підрізання бур'янів та вирівнювання поверхні ґрунту [2].

Недоліками вказаного знаряддя є те, що після проходу знаряддя по обробленому фону залишаються звальні гребні та розвальні борозни, які часто вимагають додаткових операцій на їх розрівнювання. Крім цього, виникають великі затрати праці і часу на регулювання секцій дискових батарей через незручність виконання операцій регулювання та недосконалу будову механізму регулювання. Як недолік і вузькі функціональні можливості знаряддя. Таке знаряддя виконує тільки розпушення ґрунту [2-4].

За прототип прийнято дискове ґрунтообробне знаряддя, до якого входять рама, розміщені на рамі передня та задня секції робочих органів, що включають встановлені на балках дискові батареї, причому кожна секція робочих органів складається з трьох шарнірно з'єднаних між собою частин, а балки дискових батарей шарнірно закріплені на рамі, опорно-транспортні колеса, які розміщені в середній частині рами і з'єднані з нею за допомогою механізму переводу знаряддя в транспортне положення, розташовані на рамі та зв'язані з рамою секції робочих органів, механізми регулювання кута атаки дискових батарей, виконані як натяжний пристрій при допомозі якого виконується зміна кута атаки дисків [4].

Розробка комбінованого агрегату для основного обробітку ґрунту, в якому шляхом удосконалення конструктивно-технологічної схеми, основаної на новій сукупності конструктивних елементів і вузлів, їх взаємному розташуванні і формах зв'язків між ними, забезпечується врівноваження знаряддя є актуальним. Це відбувається за рахунок симетричного розташування робочих органів відносно лінії тяги, розширення функціональних можливостей за рахунок встановлення в рамі додаткових робочих органів – плоскорізних лап для підрізання бур'янів, й позаду рами встановлюється додатковий причіпний пристрій.

Така конструкція дискового ґрунтообробного знаряддя дозволяє усунути асиметричне розташування секцій дискових батарей відносно центральної поздовжньої лінії, що забезпечує стійке положення агрегату в роботі.

В запропонованому знарядді підвищена ефективність механізму переведення знаряддя в транспортне положення. Конструкція пропонованого знаряддя істотно покращує умови роботи оператора, забезпечує безпечний

доступ до всіх вузлів і агрегатів знаряддя [4].

Робота комбінованого агрегату дуже проста: при прибутті агрегату до місця проведення операції, борона приводиться в робоче положення, опусканням двох бокових секцій. Глибину обробітку ґрунту плоскорізних лап встановлюють різницею отворів кріплення стійки. Глибина занурення вирівнюючого диска проводиться під силою власного тяжіння.

Робочий процес комбінованого агрегату наведений на (рис. 1), а загальний вид машини на (рис. 2).

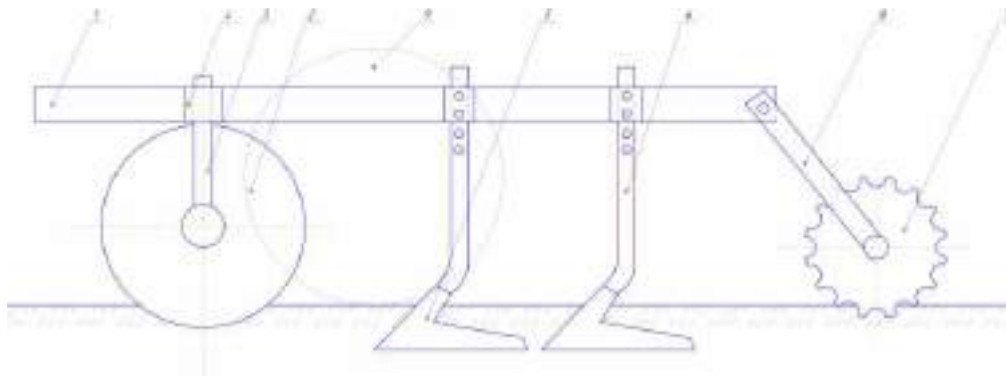


Рисунок 1. Робочий процес комбінованого ґрунтообробного агрегату: 1 – рама; 2 – диск; 3 – стійка; 4 – поворотний механізм; 5 – плоскорізна лапа; 6 – механізм регулювання глибини обробітку; 7 – диск вирівнюючий; 8 – кріплення диска; 9 – колесо опорне.

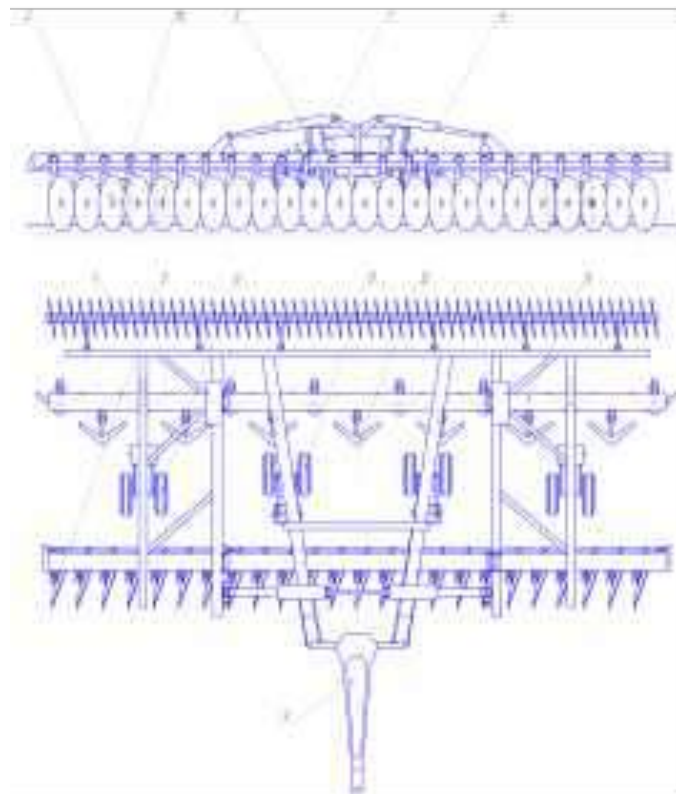


Рисунок 2.2 – Комбінований ґрунтообробний агрегат: 1 – дискова батарея; 2 – диск в складі; 3 – гідроциліндр піднімання рухомої рами; 4 – гідроциліндр піднімання рами; 5 – механізм регулювання кута атаки; 6 – опорні колеса; 7 – рама основна; 8 – рама рухома; 9 – причіпний пристрій; 10 – стойка в складі; 11 – ходові колеса; 13 – плоскорізна лапа.

Висновки. Комплексний обробіток ґрунту включає, дискування, підрізання бур'янів у стадії проростання та вирівнювання площі під посів призначені для загортання після пожнивних залишків, розпушування поверхневого шару ґрунту для зменшення випаровування вологи і кращого проникнення атмосферних опадів у ґрунт, підвищення якості розпушування ґрунту. Крім того, при комплексному обробітку гине велика кількість збудників хвороб і шкідників сільськогосподарських культур.

Впровадження додаткових регулювань нахилу дисків по вертикалі дасть змогу збільшити заглиблення диска (збільшити глибину обробітку). Легке регулювання агрегату дає можливість використовувати агрегат для виконання інших обробок ґрунту під різні культури. Запропонований варіант організації технологічного процесу дозволяє зменшити кількість агрегатів для передпосівного обробітку ґрунту що забезпечить зменшення енергетичних затрат.

Список використаних джерел

1. Калетнік Г.М Використання сучасних методів механіки для сільського господарства. *Збірник наукових праць ВНАУ*. В.: Вінниця, 2011.Т1 (65). С.8-18.
2. Серета Л.П., Швець Л.В., Швець О.І. Розробка культиватора для нових технологій обробітку ґрунту. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. Вінниця, 2020. №3(110). С.117-125с.
3. Труханська О.О. Підвищення якості ремонту і технічного обслуговування сільськогосподарської техніки. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*, 2018. 3 (102). С.52-62.
4. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК. Том І. Навчальний посібник. Вінницький національний аграрний університет, 2019. 647с.
5. Aliev E.B., Bandura V.M., Pryshliak V.M., Yaropud V.M., Trukhanska O.O. Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural industry. *INMATEH - Agricultural Engineering*. 2018. Vol. 54, No1. P.95-104.
6. Серета Л.П., Швець Л.В., Швець О.І. Розробка культиватора для нових технологій обробітку ґрунту. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. Вінниця, 2020. №3(110). С.117-125с.

Taras KHMELYUK²²,
3th year student, Bachelor,
Faculty of Engineering and Technology,
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine

PROSPECTS OF USING DIESEL ENGINES OPERATING ON ALTERNATIVE TYPES OF FUEL

***Annotation.** The need to switch motor vehicles to alternative types of fuel is primarily determined by the strong strictness of environmental requirements for engine exhaust gases, and then by the shortage of oil. To date, many countries of the world have adopted strict requirements for the environmental protection of motor vehicles. The article provides an analysis of existing alternative fuels for internal combustion engines of modern energy vehicles and considers the effectiveness of their use depending on the type of engine. One of the ways to reduce emissions into the atmosphere is to switch vehicles from petroleum to alternative fuels. These trends are the cause of the search for alternative types of fuel, not of petroleum origin.*

These studies were conducted within the framework of the scientific topic "Investigation of ways to optimize the productivity of the technological process of the production of complex esters of fatty acids for diesel biofuel" (State registration number: 0122U002187 dated 30.03.2022).

Keywords. bioethanol, biomethanol, biodiesel, biogas, hydrogen, dimethyl ether, compressed and liquefied gases, fuel cell.

***Анотація.** Необхідність переходу автотранспорту на альтернативні види палива в першу чергу обумовлюється сильною жорсткістю екологічних вимог до відпрацьованих газів двигунів, а після дефіцитом нафти. На сьогоднішній день у багатьох країнах світу прийняті жорсткі вимоги до екологізації автотранспорту. Приведений аналіз існуючих альтернативних палив для двигунів внутрішнього згорання сучасних енергетичних засобів та розглянута ефективність їх використання в залежності від типу двигуна. Зазначені тенденції стають причиною пошуку альтернативних видів палива, не нафтового походження.*

Дані дослідження проводилися в рамках наукової тематики «Дослідження шляхів оптимізації продуктивності технологічного процесу виробництва складних ефірів жирних кислот для дизельного біопалива» (Номер державної реєстрації: 0122U002187 від 30.03.2022 р.).

Ключові слова. біоетанол, біометанол, біодизель, біогаз, водень, діметиловий ефір, стиснений та зріджений газ, паливний елемент.

Introduction. One of the conditions for the development of the economy of any state is its provision of energy resources. The resources of our planet are not infinite. This affected all spheres of life, including the oil and gas industry. Today,

²²Науковий керівник – к.т.н., доцент Труханська О.О. кафедри агроінженерії та технічного сервісу ВНАУ.

the main and most common energy resource is oil. Fuel derived from oil is consumed mainly by the internal combustion engines of cars and tractors, which produce about 80% of the mechanical energy used in various fields of activity. The sharp deterioration of the ecological situation is a great lever for the search for alternative sources of energy around the world. This also applies to motor vehicle engines, which contribute significant pollution to the environment [1].

The purpose of the work is to analyze the prospects for the use of various types of automotive fuel.

Presenting main material. One of the main consumers of fuels is road transport. About 60% of the fuel used is for cars and trucks. Approximately 20% of fuel is agricultural production, and the main consumer of diesel fuel (more than 40%) is energy-powered agricultural machinery.

The consumption of motor vehicle fuel will constantly grow due to the fact that the use of motor vehicles for the transportation of goods is a more efficient direction. Therefore, for this, an additional amount, mainly oil fuel, is required. Therefore, the transport sector will be dependent on oil. However, reserves of non-renewable energy are limited. An environmental factor related to environmental pollution is also added here.

The need to convert motor vehicles to alternative fuels is primarily due to the strong strictness of environmental requirements for engine exhaust gases, and then to the shortage of oil. To date, many countries of the world have adopted strict requirements for the environmental protection of motor vehicles [1].

Just one car emits approximately 800 kg of carbon monoxide, 40 kg of nitrogen oxides and almost 200 kg of various hydrocarbons into the atmosphere along with exhaust gases. At the same time, it absorbs an average of 4 tons of oxygen from the atmosphere [2].

Thousands of tons of carcinogenic substances are released into the environment: benzene, benzopyrene, formaldehyde, lead. In general, the amount of harmful substances emitted annually by cars is more than 5 million tons [3].

The most common types of automotive fuel are gasoline, diesel and gas. Each of these types has its advantages and disadvantages [1-4]. But according to the overall characteristics, it turns out that they do not satisfy the consumer, and therefore research and implementation of new, more ecological and economical types of automotive fuel are being conducted all over the world [4-6].

The most common type of alternative fuel for a gasoline engine is: ethanol and methanol are, respectively, a mixture of ethyl and methyl alcohol with gasoline, and for diesel - raw materials of plant origin.

Russia's war against Ukraine put our state, the EU and the world in front of a challenge to introduce an embargo on the purchase of oil, gas and coal from the aggressor country as soon as possible. Unfortunately, about 40% of Ukraine's energy is forced to buy abroad. The actual consumption of natural gas in 2021 was 26.8 billion m³, including 8.6 billion m³ by the population, 6.3 billion m³ by heat producers, 11.9 billion m³ by industry, budget organizations and other non-household consumers. In recent years, the necessary import of natural gas into Ukraine amounted to 8...10 billion m³/year [3, 5].

With the projected development plans until 2030, Ukraine is able to completely

reduce imported natural gas in volumes of up to 10 billion m³/year and become completely energy independent from it. By 2050, the volume of natural gas reduction may reach almost 26 billion m³/year [5].

The world leader in the large-scale production and use of ethanol (methanol) for motor vehicle needs is Brazil (48%), the USA (45%), Canada, Australia, China, and the countries of the European Union [4].

Before the beginning of the military aggression of the Russian Federation against Ukraine, our country produced about 3.5 million tons of oil, and another 11 million tons were imported. The European Union aims to reduce emissions of harmful gases (CO₂, CH₄, N₂O) in countries to 10-15%. 60-85% of the harmful substances emitted into the atmosphere are accounted for by the exhaust gases of cars. One of the ways to reduce emissions into the atmosphere is to switch vehicles from petroleum to alternative fuels. These trends are the cause of the search for alternative types of fuel, not of petroleum origin [1].

Currently, global automakers plan to introduce about 50 different models that run on alternative types of fuel.

Prospective energy resources of non-petroleum origin that can be used in automobile engines at present are alcohol, gas, hydrogen, biofuel and electricity.

Among the many options for alternative fuels, natural gas and alcohol have the best chances to replace traditional gasoline and diesel, primarily due to their relatively low cost and existing technologies and production capacities. According to experts' forecasts, by 2030, cars that will use liquefied gases (propane-butane mixtures) as fuel will make up about 3-5%.

Today, two different types of gaseous fuel are used in the power systems of automobile engines - methane (compressed gas) or propane-butane mixture (liquefied gas). Advantages of using compressed gas:

- significant reserves and the possibility of obtaining from renewable sources;
- low toxicity of exhaust gases;
- minor structural changes in gasoline cars. Disadvantages of using compressed

gas:

- large, heavy and expensive gas cylinders;
- the high cost of car conversion works.

Liquefied gas as a type of motor gaseous fuel is more diffused than compressed. Propane - a butane mixture - an accompanying gas obtained during oil production and processing.

Advantages of using liquefied gas:

- the price is lower than gasoline (but higher than compressed gas);
- it is possible to retrofit almost any internal combustion gasoline engine;
- availability of an additional fuel system;

- low toxicity of exhaust gases. Disadvantages of using liquefied gas:

- at a temperature below 00C, it is necessary to start and warm up the engine on gasoline;

- additional costs for installation and maintenance;
- limited stocks.

Given the modern technologies for obtaining alcohol, ethyl and methyl alcohol (ethanol, methanol, etc.) should be considered promising as a fuel.

Advantages of using ethanol:

- stocks of raw materials are diverse and practically unlimited;
- rich experience in operating engines running on alcohol (Brazil, Australia);
- low toxicity of exhaust gases.

Disadvantages of using ethanol:

- the need for structural changes in the power supply system;
- engine power decreases, and fuel consumption increases;
- due to the hygroscopicity of alcohol, the starting properties of the engine deteriorate;

- expensive production of bioethanol. Methanol as an independent fuel and as an additive to gasoline is rarely used and only for sports motorcycle engines that are not designed for long-term operation. At the same time, hydrogen is widely used as a raw material for fuel cell cars.

Advantages of using methanol:

- the possibility of storing hydrogen in a liquid state and extracting it as needed;

- raw material reserves are practically unlimited;
- can be used as a raw material for the production of synthetic gasoline.

Disadvantages of methanol:

- very toxic;
- causes corrosion of parts.

Recently, most major car manufacturers are conducting research on the use of hydrogen as a fuel. Such experimental cars are often presented at exhibitions. One of the ways to introduce hydrogen in road transport is to use it as a second fuel along with gasoline. In particular, BMW and Mazda offer to keep the possibility of driving on gasoline in the car (by analogy with the currently widespread two-fuel "petrol/gas" cars). Converting internal combustion engines to hydrogen makes them not only environmentally friendly, but also increases thermal efficiency and improves the "softness" of operation. Compared to gasoline, hydrogen has a wider range of mixing ratios with air, in which ignition of the mixture is still possible. Hydrogen burns more completely, even near the walls of the cylinder, where the unburnt working mixture usually remains in gasoline engines.

The advantages of hydrogen as a fuel lie not only in the fact that it is a renewable resource, but also in the radical reduction of harmful emissions.

It is possible to significantly reduce oil consumption due to the development of biofuels. The world's largest powers began to create fuel from plants 20-30 years ago.

In Ukraine, before the beginning of the military aggression of the Russian Federation, the necessity of organizing the production of biodiesel fuel was discussed more than once.

Fuels from renewable sources of raw materials deserve special attention. These fuels are in liquid and gaseous state, produced from green mass or plant seeds [2].

A promising alternative fuel is biofuel, which can be obtained from rapeseed oil. About 1 ton of oil is obtained from rapeseed (technical varieties) from 1 ha of crops (3 tons on average). The oil is then subjected to esterification with methyl alcohol, resulting in about 1 ton of a mixture of methyl esters of fatty acids of rapeseed oil. In terms of their physical properties, biofuel based on rapeseed oil practically does not differ from traditional petroleum (Table 1).

Today, industrial production from renewable sources is organized in Brazil, the USA, countries of Asia and Europe. Brazil (37%) holds the leading position in the world in the production of biofuel. In the overall structure of the global biofuel market, Europe accounts for 10%.

Advantages of biofuel:

- practically does not contain sulfur and carcinogenic benzene. Combustion of this fuel takes place in natural conditions without harming nature, and in the process of combustion in the engine CO₂ emissions into the atmosphere are 50-80% lower than when working on traditional mineral diesel fuel;

- good flammability;

- stocks of raw materials can be renewed annually, the culture does not require a special approach in the growing process;

- additional products (glycerin, sodium sulfate) are obtained during oil processing.

Table 1

Physical properties of traditional oil fuel and fuel based on rapeseed oil [3]

Indicators	Diesel fuel	Biofuel
Density, kg/m ³ at t=20 °C	826	877
Kinematic viscosity, mm ² /s at t=20°C	3,8	8,0
Surface tension, N/m at t=20°C	27·10 ⁻³	31.4·10 ⁻³
Cetane number, no less	45	48
Temperature, °C		
inflammation (no less)	60	56
freezing (no more)	-10	-8
Copper plate test	endures	endures
Content in %		
sulfur, no more	0,2	0,02
ashes, no more	0,02	0,02
water	endures	endures
Total content of glycerol, % (max)	-	0,3
Fuel combustion heat, MJ/kg	42,5	37,5

The disadvantages of using biodiesel include the following:

- rapeseed oil esters have significant corrosive activity. This leads to the loss of stability of rubber gaskets and seals, the formation of solid deposits in nozzles and jets, contamination of fuel filters and high-pressure pumps;

- the heat of combustion of biodiesel fuel is lower than that of diesel fuel - 37.2 MJ/kg versus 42.5 MJ/kg (-10%). Therefore, the power of an engine running on biodiesel is reduced by an average of 7%, and fuel consumption increases by approximately 5 - 8%; the cost of production is higher than that of gasoline and diesel fuel.

Conclusions. The conducted analysis allows us to state that the most promising alternative fuel for the conditions of Ukraine is biofuel obtained, including from rapeseed oil.

In order to stimulate the organization of biofuels, the state must implement motor fuel regulations developed in the EU and established by directives. It is also necessary to ban the use of harmful gasoline components, including methanol.

The development of biofuel production in European countries is supported by

the state: subsidies for the cultivation of rapeseed from biological raw materials are approximately 45 euros per hectare.

Biofuel production has quite serious prospects. If the production of biodiesel fuel will take place in significant volumes, Ukraine will be able to significantly reduce the import of energy resources and economic and political dependence on oil suppliers, and it will allow agricultural producers to export rapeseed and biodiesel fuel.

The choice of fuel is also determined by other indicators, but it is obvious that modern realities on the oil market and economic problems dictate new laws, and today Europe is seriously preparing for a change in the automotive fuel market.

References

1. Kaletnik H.M. (2010) Biofuels: the efficiency of their production and consumption in the agricultural sector of Ukraine: training. manual. K: Agrarian science, 2010. 327p. [in Ukrainian].

2. Gunko I., Burlaka S., Yelenych A. (2018) Environmental assessment of oil fuel and biofuel using the full life cycle methodology. Bulletin of the Khmelnytskyi National University. 2018. T2.№ 6 (267). С. 246–249. [in Ukrainian].

3. Anisimov V.F., Trukhanska O.O., Shvets L.V. (2022) Recognizing the technical condition of auto-tractor diesels by small deviations of parameters: monograph. Vinnytsia National Agrarian University. Vinnytsia: TVORY, 2022.176p. [in Ukrainian].

4. Kaletnik G. Production and Use of Biofuels. Second edition, supplemented: textbook. K.: Agrarian Science, 2018. 336 p. [in English].

5. Kaletnik H., Mazur V., Gunko I., Ryaboshapka V., Bulgakov V., Raide V., Ilves R., Olt J. Study on performance of compression engine operated by biodiesel fuel. Agronomy Research. 2020. № 18 (S1). P. 862-887. [in English].

6. Fleming J.G. Novel simulation of anaerobic digestion using computational fluid dynamics. J.G. Fleming. Department of Mechanical Engineering North Carolina State University. 2022. 134 p. [in English].

Олександр ЖОМІР²³,

студент 4-го курсу,

інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ВІД АВТОТРАНСПОРТУ

Анотація. Ця стаття присвячена аналізу забруднення атмосферного повітря внаслідок діяльності автотранспорту. Досліджуються основні джерела забруднення, такі як викиди від автомобільних двигунів.

²³Науковий керівник – асистент Єленич А.П. кафедри агроінженерії та технічного сервісу ВНАУ.

Застосовуються методи аналізу, включаючи збір та аналіз викидів, вимірювання концентрації шкідливих речовин у повітрі. У статті розглядаються також різні режими руху автотранспорту, які безпосередньо впливають на кількість викидів двигуна.

Ця стаття є актуальною та корисною для фахівців у галузі охорони навколишнього середовища, водіїв, власників автотранспорту та всіх, хто цікавиться проблемами забруднення атмосферного повітря.

Annotation. *This article is devoted to the analysis of atmospheric air pollution due to motor vehicle activity. Major sources of pollution, such as emissions from automobile engines, are investigated. Analysis methods are applied, including the collection and analysis of emissions, measurement of the concentration of harmful substances in the air. The article also considers various modes of motor vehicle traffic, which directly affect the amount of engine emissions.*

This article is relevant and useful for specialists in the field of environmental protection, drivers, owners of motor vehicles and everyone who is interested in the problems of atmospheric air pollution.

Вступ. За останні роки, проблема забруднення навколишнього середовища внаслідок використання двигунів внутрішнього згоряння набуває все більшого значення, особливо через його вплив на здоров'я людей, які проживають поруч з інтенсивним автомобільним рухом. Навіть при тому, що основну частину викидів складають відносно безпечні оксиди вуглецю, вони стають значущими у загальному списку антропогенних джерел забруднення повітря. Це особливо актуально для великих міст.

Крім впливу на атмосферне повітря, автотранспорт також має негативний вплив на водні ресурси через викиди нафти, розчинників та масел, і на ґрунт через забруднення нафтою, нафтопродуктами, важкими металами і частинками гуми, які виникають під час стирання шин.

Виклад основного матеріалу. У зв'язку зі значним збільшенням кількості автомобілів на дорогах стає ясным, що автотранспорт відіграє все більш важливу роль у забрудненні атмосферного повітря. Приблизно 60% загальних викидів забруднюючих речовин походять від автомобілів. Особливо високі концентрації оксиду вуглецю (CO) в повітрі спостерігаються на вуличних перехрестях, де автомобільні двигуни працюють на холостому ходу перед світлофором. В районах з вузькими вулицями та високими будинками забруднення оксидом вуглецю поширюється повільно і може викликати хронічне отруєння людей, які тривалий час перебувають в цих місцях, особливо на перехрестях [1].

Джерелами викидів забруднюючих речовин з автомобілів є:

1. Енергоустановки, включаючи відпрацьовані гази, елементи систем подачі палива, системи змащення й охолодження, акумуляторні батареї.
2. Елементи ходової частини, такі як шини та гальмівні накладки.
3. Трансмісія, яка включає в себе диск зчеплення, картери коробки передач та головної передачі.
4. Покриття, такі як фарби, лаки, пластик та антикорозійне покриття.

Основними джерелами викидів пального пару є карбюратор і паливний бак, але це переважно відноситься до бензинових двигунів, оскільки дизельне пальне менше схильне до випаровування і система подачі пального у дизельних двигунах є більш герметичною. Картерні гази - це гази, які виникають, коли пальне проникає через нещільності циліндро-поршневої системи з камери згоряння в картер. Після цього вони змішуються з паром масла та пального, яке змивається зі стінок циліндру. Важливо відзначити, що картерні гази дизельних двигунів менш токсичні у декілька разів порівняно з тими, що видаються бензиновими двигунами. Більшість сучасних автомобілів оснащені закритою системою вентиляції картеру, що мінімізує викиди шкідливих речовин в атмосферу. Крім того, ці гази потрапляють до циліндрів двигунів, де вони згорають. Картерні гази та гази, які утворюються під час випаровування, складаються переважно з вуглеводнів [1].

У відпрацьованих газах містяться понад тисячу різних шкідливих речовин, які мають негативний вплив на здоров'я людини та навколишнє середовище, при цьому 200 з них вже були ідентифіковані. Основними з цих речовин є оксид вуглецю (CO), оксиди азоту (NO_x), вуглеводні (C_mH_n), сполуки сірки (основною є двооксид сірки SO₂), тверді частинки (головним чином сажа, складена з вуглецю C), альдегіди (загальна формула RCHO), канцерогени, включаючи складні ароматичні вуглеводні поліциклічної будови, сполуки свинцю (PbO₄).

Оксид вуглецю (CO), також відомий як чадний газ, виникає внаслідок неповного згоряння вуглецю в пальному. При вдиханні оксид вуглецю зв'язується з гемоглобіном у крові, конкуруючи з киснем, що може призвести до кисневого голодування. Значний вміст оксиду вуглецю в повітрі, навіть при короткому контакті, може призвести до смертельних наслідків. Навіть невеликі дози можуть викликати сповільнення реакцій, головний біль, запаморочення і відчуття втоми [1].

Вуглеводні (C_nH_m) представляють собою незгорілі компоненти пального, і їх вміст у викидах зазвичай коливається в межах від 0,1% до 1,0%. Особливо високі рівні викидів цих речовин спостерігаються біля перехрест'я і світлофорів, порівняно з магістральними ділянками доріг. Ці вуглеводні можуть бути відповідальні за розвиток різних хронічних захворювань. Найнебезпечнішою серед них є бензопірен, який володіє високою канцерогенною активністю.

Оксиди азоту (NO_x), чії викиди зазвичай становлять приблизно 0,1-0,5% від загальних викидів, утворюються під час згоряння різних видів пального, включаючи вугілля, природний газ, бензин і мазут. Найбільш токсичним серед них є діоксид азоту (NO₂), який у взаємодії з водяною паром в атмосфері перетворюється на азотисту та азотну кислоти. Піднімаючись до верхніх шарів атмосфери, діоксид азоту сприяє утворенню кислотних хмар та кислотних опадів. Вплив оксидів азоту не піддається нейтралізації, і у поєднанні з вуглеводнями вони можуть створювати токсичні нітроолефіни, які, особливо влітку за високих температур, можуть призводити до утворення фотохімічної смоли [2].

Під час експлуатації транспортних засобів їх двигуни перебувають у різних режимах роботи:

1. Холостий хід, який включає періоди прогріву двигуна і зупинки на світлофорах.

2. Розгін, відомий як прискорення, характеризується змінами частоти обертання колінчастого валу та навантаженням.

3. Сталі режими, де рух відбувається без зміни частоти обертання колінчастого валу та кількості подаваного пального.

4. Гальмування, коли частота обертання колінчастого валу знижується через збільшення опору руху.

Під час кожного з цих режимів спостерігається зміна характеру робочого процесу двигуна, включаючи об'єм подаваного пального, співвідношення паливо-кисень, і час, необхідний для процесу згоряння пального. Ці зміни особливо важливі для двигунів з наддувом.

Режим руху автотранспорту визначається багатьма факторами, такими як щільність трафіку, інфраструктура доріг, кліматичні умови, час доби і рік, метеорологічні умови, дорожні знаки та розмітка, стиль водіння, стан дороги, доступність АЗС та стан дорожнього обслуговування. Такі умови можуть призводити до викиду різних кількостей шкідливих речовин в навколишнє середовище.

Матеріал і текстура доріг також впливають на споживання пального автомобілями та викиди вихлопних газів. Ця залежність особливо помітна для легкових автомобілів (рис. 1).

Природа цієї залежності може змінюватися в залежності від передачі та швидкості руху (рис. 2).

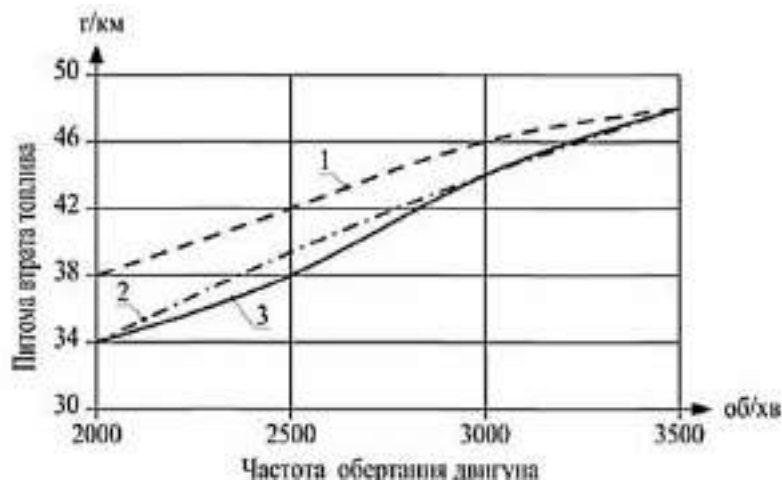


Рисунок 1. Залежність витрати пального малолітражних легкових автомобілів від типу дорожнього покриття (рух на третій передачі): 1 – цементобетон 2 – асфальтобетон гладкий; 3 – поверхнева обробка

Зі збільшенням шорсткості поверхні дороги збільшується споживання пального. В середньому, кожний міліметр збільшення глибини макрошорсткості дороги призводить до збільшення споживання пального легковими малолітражними автомобілями на 1,6-2,4%, і ця залежність залежить від швидкості руху. Шини вантажних автомобілів відрізняються значно більшими

діаметрами в порівнянні з легковими автомобілями, і у них також різний малюнок протектора. Тому споживання енергії при контакті з дорожнім покриттям, і, відповідно, споживання пального, більше залежить від радіусу вершин, який збільшується через ступінь зносу поверхні дороги [3].

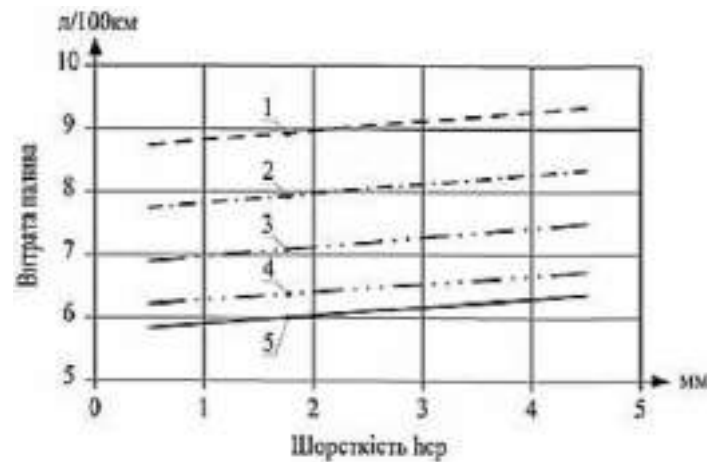


Рисунок 2. Вплив висоти нерівностей асфальтобетонного покриття на витрати пального (малолітражний легковий автомобіль): 1 – рух на першій передачі; 2 – рух на другій передачі; 3 – рух на третій передачі; 4 – рух на четвертій передачі; 5 – рух на п'ятій передачі

Так, це вказує на те, що зміна шерсткості поверхні доріг безпосередньо впливає на обсяг викидів відпрацьованих газів і їхню токсичність. У середньому, викиди на кілометр збільшуються при низьких середніх швидкостях, які характерні для сильно навантаженої міської транспортної мережі. Однак ці викиди зменшуються під час вільного руху при помірних швидкостях, а потім знову зростають під час високошвидкісного руху, що є характерним для автомагістралей і швидкісних автострад [4].

Крім того, збільшення рівня забруднення повітря може спостерігатися на перехрестях перед світлофорами. Порівняно з вільним рухом на перехресті перед світлофором, коли автомобілі зупиняються на пішохідному переході, спостерігається значний ріст концентрації забруднюючих речовин у повітрі: оксид вуглецю (CO), вуглеводні (C_mH_n) - у 10-14 разів, вуглець (C) - у 5-7 разів, діоксид азоту (NO_2) - у 1,5-2 рази, свинцю (Pb) - у 5-7 разів. У зоні зупинки перед світлофором, інтенсивність руху в 500 автомобілів на годину є критичною і перевищує санітарні норми для концентрації свинцевих сполук. Для інших складників, за винятком сажі, завантаженість доріг становить 1,6-5 тисяч автомобілів за годину.

Склад та характеристики палива впливають не лише на роботу двигунів, а також на параметри викидів відпрацьованих газів у навколишнє середовище. Незважаючи на складні взаємозв'язки між типами двигунів, паливними характеристиками та викидами, зміна складу і властивостей бензину та дизельного пального може значно впливати на характер викидів з транспортних засобів. Зміни у властивостях палива можуть призвести до зменшення викидів шкідливих речовин, але водночас можуть збільшити вміст забруднюючих речовин у самому паливі (наприклад, зменшення вмісту

ароматичних речовин у бензині може призвести до зменшення викидів CO і H_mC_n , але збільшити викиди NO_x) [5].

Всесвітньо були прийняті значні заходи для поступового вилучення свинцю з бензину, як для зменшення викидів цього металу, так і для використання технологій контролю викидів транспортних засобів, таких як каталітичні конвертери. Можливі подальші зміни для зменшення викидів з бензину, включають знижену летючість, збільшення вмісту кисню та зменшення ароматичних сполук. Також, звичайне дизельне пальне може бути покращене шляхом зниження вмісту сірки та ароматичних речовин, а також використанням детергентних добавок.

Заміна альтернативними видами палива привернула значну увагу протягом останніх двох десятиліть. Основна мета такої заміни полягає в збереженні нафтопродуктів та підвищенні енергетичної безпеки, а також в скороченні викидів газоподібних та твердих часток, а також видимого диму. Незважаючи на те, що багато альтернативних видів палива значно зменшують викиди, іноді це може призвести до збільшення викидів CO, HC, NO_x та альдегідів [5,6].

Альтернативні види палива, які зазвичай розглядаються для використання в автомобільному транспорті, включають природний газ (стислий або рідкий), зріджений нафтовий газ, метанол (виготовлений з природного газу, вугілля або біомаси), етанол (вирощений зі зерна або цукру), рослинні масла, водень, синтетичне рідке пальне, отримане шляхом гідрогенізації вугілля, а також різні суміші, такі як газоген [6].

Висновки. Аналіз цієї статті про забруднення атмосферного повітря внаслідок автотранспорту дозволяє зрозуміти важливість проблеми забруднення повітря в містах та інших регіонах. Стаття докладно розглядає основні джерела забруднення, зокрема викиди від автомобільних двигунів, і використовує методи аналізу для вивчення цієї проблеми. Вона також звертає увагу на різні режими руху автотранспорту, які впливають на кількість викидів і загальний стан атмосферного повітря.

Ця стаття є актуальною, оскільки забруднення атмосфери є серйозною загрозою для здоров'я населення та навколишнього середовища. Вона також корисна для широкого кола читачів, включаючи фахівців у галузі охорони навколишнього середовища, власників автотранспорту та всіх, хто цікавиться екологічними проблемами та пошуком рішень для зниження забруднення повітря.

Список використаних джерел

1. Гунько І.В., Бурлака С.А., Єленич А.П. Оцінка екологічності нафтового палива та біопалива з використанням методології повного життєвого циклу. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2018. Том 2. № 6 (267). С. 246–249.
2. Сандомирський М. Г. Трактори та автомобілі: навч. посіб. Ч. 1. Автотракторні двигуни / за ред. Лебедев. К: Вища школа, 2019. 356 с.
3. Екологія і людина: взаємозв'язок. веб-сайт. URL: <https://ru.osvita.ua/vnz/reports/ecology/21475/> (дата звернення 30.09.2023).

4. Лазарук К. О. Дослідження можливостей зниження забруднення атмосферного повітря вихлопними газами автомобільних двигунів: магістерська дисертація. Київ: НТУУ “КПІ”, 2017. 85 с.

5. Сокур М. І., Шмандій В. М., Бебець Є.К. Екологічна безпека та економічна: монографія. Кременчук. ПП Щербатих О. В., 2020. 240 с.

6. Ткачук О. П., Шкатула Ю. М., Тітаренко О. М. Сільськогосподарська екологія: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 542 с.

Павло НАВАЖАНЮК²⁴,
студент 2 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЕНЕРГОВИТРАТ ВІБРАЦІЙНОЇ РОТОРНОЇ ДРОБАРКИ

***Анотація.** Основною метою теоретичних досліджень вібраційної роторної дробарки є встановлення закономірностей руху та визначення на цій основі параметрів технологічного процесу, які забезпечують заданий оптимальний режим обробки матеріалу. Для досягнення означеної мети важливим аспектом досліджень являється обґрунтування та вибір розрахункової моделі, яка адекватно відображає реальний рух системи “дробарка – оброблювальна сировина”.*

Стаття присвячена розробці структурної блок-схеми енергетичного балансу технологічної системи «Вібраційна роторна дробарка – оброблюване середовище» та виявлення перспективних шляхів мінімізації енергоємності цього процесу на основі енергетичного балансу вібраційної дробарки роторного типу та аналізу зв'язків між елементами.

Аналіз рівнянь балансу дозволив зробити висновки, що зменшення енергоємності процесу технологічної системи можна досягти за рахунок оптимізації дисипативних втрат потужності модернізацією конструктивних елементів машини з вибором найбільш доцільних способів силової дії на матеріал; зменшення механічних втрат потужності на подолання сил та моментів інерції під час приведення в обертний рух ротора машини використанням віброприводів зі змінним ексцентриситетом.

***Annotation.** The main goal of theoretical studies of the vibrating rotary crusher is to establish the laws of movement and to determine on this basis the parameters of the technological process, which ensure the given optimal mode of material processing. To achieve this goal, an important aspect of research is the*

²⁴Науковий керівник – Купчук І.М., к.т.н., доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці інженерно-технологічного факультету ВНАУ.

justification and selection of a calculation model that adequately reflects the real movement of the "crusher - processing raw material" system.

The article is devoted to the development of a structural block diagram of the energy balance of the technological system "Vibrating rotary crusher - processed medium" and the identification of promising ways to minimize the energy intensity of this process based on the energy balance of the rotary vibrating crusher and the analysis of the connections between elements.

The analysis of the balance equations made it possible to draw conclusions that reducing the energy intensity of the process of the technological system can be achieved due to: optimization of dissipative power losses by modernization of the structural elements of the machine with the selection of the most appropriate methods of force action on the material; reduction of mechanical power losses to overcome forces and moments of inertia during rotation of the rotor of the machine using vibration drives with variable eccentricity.

Вступ. На сьогоднішній день, при розробці обладнання для подрібнення зерна в комбікормовій промисловості, особлива увага приділяється дробаркам ударної дії, серед яких решітні дробильні пристрої закритого типу знаходяться в технологічній прерогативі та постійно модернізуються під специфіку реального виробничого сектора.

Серед низки способів та ефективних засобів інтенсифікації процесу подрібнення одним із найбільш перспективних можна вважати використання вібраційного поля, яке супроводжуючи процес імпульсного дроблення створює умови для інтенсивного циркуляційного та відносного руху часток продукції в робочій камері по найрізноманітнішим, та, як завгодно складним траєкторіям, що формує оптимальні умови для своєчасного виведення готового продукту із зони подрібнення, перешкоджаючи утворенню кільцевого повітряно-продуктового шару, забезпечує самоочищення сепараційних поверхонь від залишків подрібненого продукту (особливо при використанні непродуктивних класів зерна), цим самим забезпечуючи максимальну пропускну здатність машини [1].

Проектування технологічних машин, функціональні особливості яких передбачають цільове застосування механічного вібраційного поля, наприклад, для інтенсифікації обробки матеріалів потребує детального дослідження параметрів самих вібраційних процесів які можна об'єднати в основні групи (рис. 1) [2]:

- кінематичні, які характеризують рух складових вібраційної технологічної системи або конструктивних елементів машини (амплітуда, частота, період, фаза коливань, віброшвидкість, віброприскорення, розмах та напіврозмах коливань, пікові значення амплітуди, рівень вібрації, декремент коливань та інші.);

- силові параметри, які визначають інтенсивність взаємодії між конструктивними елементами вібраційної машини та об'єктом обробки і визначають траєкторію руху складових коливальної системи (змушуюча сила, момент та їх складові);

- енергетичні параметри, які характеризують процеси трансформації енергії із однієї форми в іншу, що відбуваються у коливній системі.

Тому наступним етапом, який слідує за розробкою концепції та схеми будь-якої технологічної машини, що передує проектуванню, конструктивній реалізації та подальшому впровадженню готової технічної системи у виробництво є виконання теоретичних розрахунків її параметрів [3], у тому числі з використанням методів математичного моделювання та комп'ютерного моделювання.

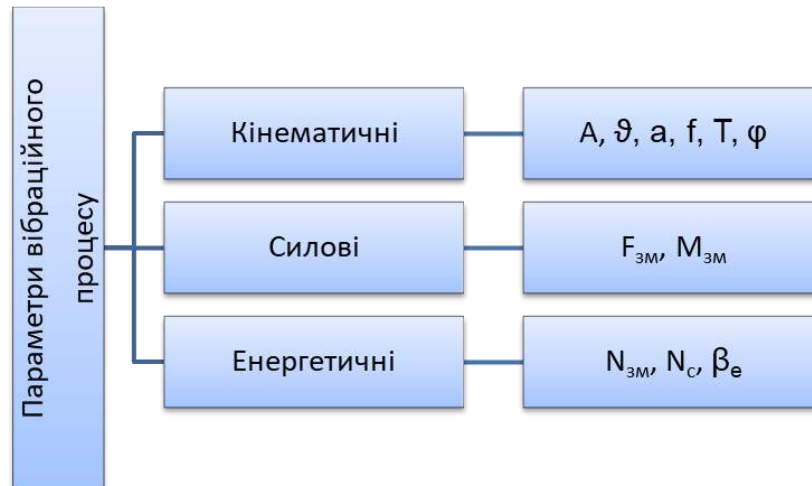


Рис. 1 – Основні параметри вібраційної дії

Таким чином, була сформульована мета досліджень, яка полягає у формуванні підґрунтя для подальшого зниження енергоємності процесу подрібнення сільськогосподарських відходів рослинного походження шляхом розробки структурної блок-схеми енергетичного балансу технологічної системи «Вібраційна роторна дробарка – оброблюване середовище» та аналізу її внутрішньо-системних залежностей та зв'язків.

Методи досліджень. Розробка структурної блок-схеми енергетичного балансу технологічної системи проводилася із застосуванням методів узагальнення та системного підходу [4], ґрунтуючись на основних положеннях класичної теорії механічних коливань, теорії електроприводу, законів теоретичної механіки, теорії вібраційного подрібнення.

Виклад основного матеріалу. Серед основних складових енергетичних параметрів технологічної до числа найбільш важливих, що визначають загальну енергоефективність перебігу технологічного процесу у вібраційному полі можна відмітити наступні:

- робота змушуючих сил або моментів;
- робота внутрішніх сил опору системи.

Потужність, яка витрачається безпосередньо на здійснення робочого процесу виражається в сумарній енергії, що передається робочому середовищу від виконавчих органів машини та може бути визначена із балансу потужності (рис. 2), представленого у вигляді:

$$N_{PS} = N_{K0} + N_P, \quad (1)$$

де N_{PS} – сумарна потужність, яку споживає електродвигун дробарки від мережі, кВт; N_{K0} – енергія, яка витрачається на подолання сил корисного опору

технологічної системи, кВт; N_p – енергія, що витрачається на процес подрібнення, кВт.

Потужність, що постачається з електромережі до електродвигуна можна знайти використовуючи вираз [5, 6]:

$$N_{PS} = 3UI\cos\beta, \quad (2)$$

де U – величина напруги в мережі, В; I – сила струму, А; $\cos\beta$ – коефіцієнт потужності, що залежить від коефіцієнта завантаженості двигуна β та визначається співвідношенням моменту опору до крутного моменту на валу електродвигуна [2, 7]:

$$\beta = \frac{M_0}{M_{кр}}. \quad (3)$$

Потужність корисного опору витрачається для подолання внутрішніх сил, які складаються із сил реактивного та дисипативного опору, що протидіють рухові виконавчих органів вібраційної технологічної машини, а також компенсації інших енергетичних втрат структурними елементами привода машини:

$$N_{КО} = N_E + N_D + N_{RO} + N_{DO}, \quad (4)$$

де N_E – втрати потужності в електродвигуні, кВт; N_D – втрати потужності в приводі, кВт;

N_{RO}, N_{DO} – потужність, відповідно, що витрачається для подолання реактивних опорів та компенсацію дисипаційних втрат.

Втрати потужності в електродвигуні (N_E) складаються із різного роду неповоротних втрат енергії електричного та електромеханічного характеру та можуть бути виражені у вигляді рівняння:

$$N_E = N_{LR} + N_{LS} + N_{ME} + N_{OE}, \quad (5)$$

де N_{LR}, N_{LS} – відповідно, втрати в роторі та статорі електродвигуна, кВт; N_{ME} – механічні втрати на приведення в рух обертових частин електродвигуна (тертя, інерція тощо), кВт; N_{OE} – інші експлуатаційні втрати електродвигуна (до 5 % від N_{PS}) [4].

До втрат потужності в приводі (N_D) можна віднести механічні втрати (N_{MD}) на подолання сил інерції та тертя між рухомими деталями приводу, а також додаткові неповоротні втрати енергії N_{OD} (до 5 % від N_{PS}). Приведення в обертовий та коливальний рух виконавчих органів та складових частин потребує потужності, частина якої втрачається при подоланні реактивного опору середовища та компенсацію втрат механічного та електромеханічного характеру з одночасною трансформацією в інші форми (тепло, кінетична енергія пружин тощо):

$$N_{DV} = N_F + N_{RM} + N_D + N_E + N_{RO}, \quad (6)$$

де N_{DV} – потужність приводу віброзбуджувача-ротора, кВт; N_F – потужність змушуючої сили, що є головним джерелом генерування вимушених коливань технологічної системи, кВт; N_{RM} – потужність на роторі (обертальна

складова), кВт. При цьому, з урахуванням енергетичних втрат (N_D, N_E, N_{RO}) системи, виконавчий орган машини (ротор) набуває кінетичної енергії від обертального та коливального руху, яка після часткового розсіювання в технологічному середовищі (дисипації) витрачається на процес подрібнення:

$$\begin{cases} N_R = [N_F + N_{RM}] - N_{DO} \\ N_{Pf} = N_I + N_{VM} \\ N_R \cong N_{Pf} \\ N_R \geq N_{Pmin} \end{cases}, \quad (7)$$

де N_R – абсолютна кінетична енергія ротора, Дж. N_I, N_{VM} – відповідно енергія удару та знакозмінних навантажень, що фактично надається матеріалу, Дж; N_{Pf} – повна фактична енергія, що надається матеріалу, Дж; N_{Pmin} – теоретична енергія руйнування матеріалу, Дж; $N_R \geq N_{Pmin}$ – умова подрібнення.

Потужність, яка витрачається безпосередньо на руйнування матеріалу:

$$N_P = 2,7UIcos \left(\frac{M_0}{M_{кр}} \right) - [N_{LR} + N_{LS} + N_{ME} + N_{MD} + N_{RO} + N_{DO}]. \quad (8)$$

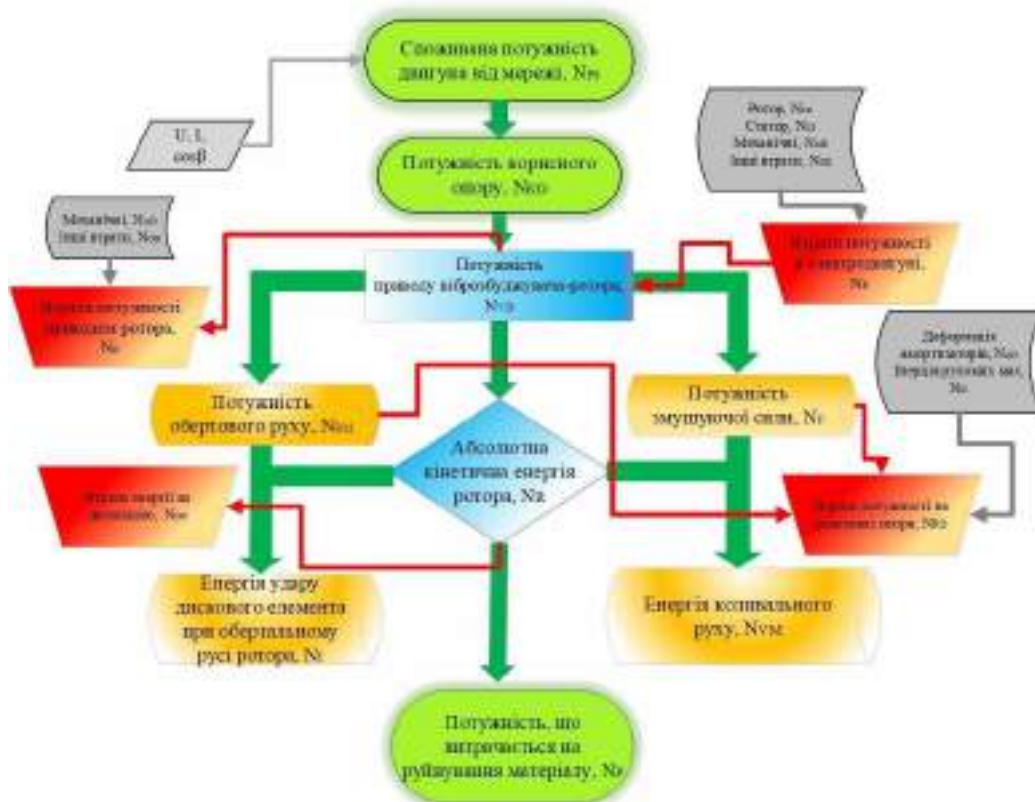


Рис. 2 – Енергетичний баланс технологічної системи «Вібраційна роторна дробарка – об’єкт обробки»

Висновки та перспективи подальших досліджень. Таким чином, з отриманих рівнянь (7) і (8), а також використовуючи запропоновану структурну схему енергетичного балансу можна запропонувати потенційні шляхи оптимізації енерговитрат вібраційної роторної дробарки. Зменшення енергоємності процесу подрібнення матеріалу вібраційною дробаркою можна

досягти за рахунок модернізації конструктивних елементів машини з вибором найбільш доцільних способів силової дії на матеріал, що сприятиме зменшенню дисипативних втрат потужності, а також за рахунок зменшення механічних втрат потужності на подолання сил та моментів інерції під час приведення в обертовий рух ротора машини використанням сучасних віброприводів, наприклад зі змінним ексцентриситетом.

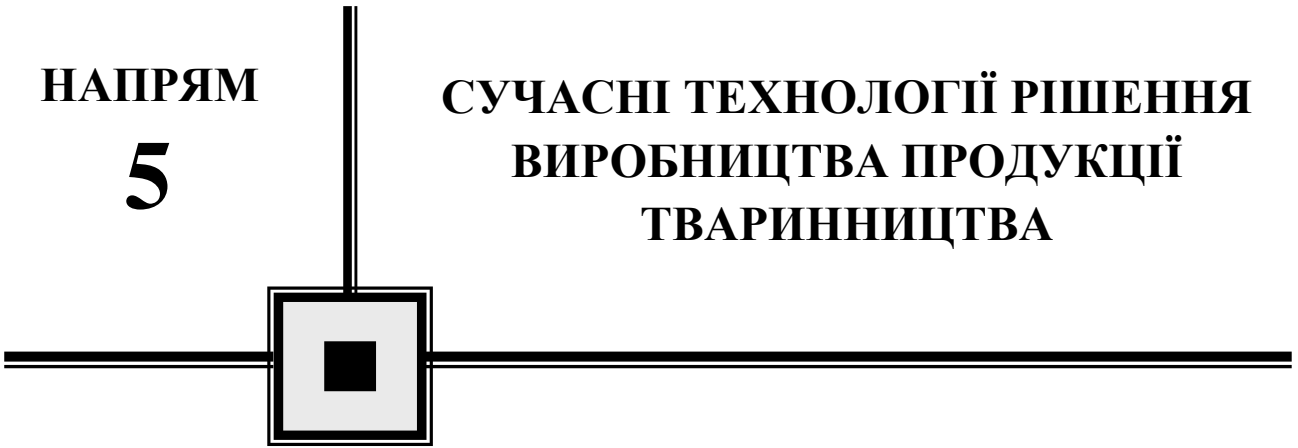
Список використаних джерел

1. Kupchuk I.M., Solona O.V., Derevenko I.A., Tverdokhlib I.V. Verification of the mathematical model of the energy consumption drive for vibrating disc crusher. *Inmateh – Agricultural Engineering*. 2018. Vol. 55, No. 2. P. 111-118.
2. Купчук І.М., Токарчук О.А., Гонтар В.Г., Дідик А.М. Аналіз балансу потужності технологічної системи подрібнення рослинних сільськогосподарських відходів. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 4 (111). С. 122-128. DOI: 10.37128/2520-6168-2020-4-14
3. Солоня О.В., Купчук І.М., Гонтар В.Г., Дідик А.М. Оцінка впливу швидкісних режимів ротора на споживання електроенергії приводом вібраційної дискової дробарки. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. № 4 (99). С. 40-48. DOI: 10.37128/2306-8744-2020-4-5
4. Гулько І.В., Галушак О.О., Кравець С.М. Аналіз технологічних систем. Обґрунтування інженерних рішень: навч. посіб. *Вінниця: ВНАУ*, 2019. 216 с. ISBN 966-8271-77-7.
5. Ольшанський В.П., Сліпченко М.В., Твердохліб І.В., Купчук І.М. Коливання імпульсно навантаженого осцилятора з квадратичним опором у складі дисипативної сили. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2021. № 2 (101). С. 35-45. DOI: 10.37128/2306-8744-2021-2-4
6. Купчук І.М. Експериментальні дослідження процесу подрібнення фуражного зерна вібраційною дисковою дробаркою. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2019. №3 (94). С. 68-75.
7. Yanovych V.P., Kupchuk I.M. Determination of rational operating parameters for a vibrating disk-type grinder used in ethanol industry. *Inmateh – Agricultural Engineering*. 2017. Vol. 52, № 2. P. 143-148.

НАПРЯМ

5

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РІШЕННЯ
ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ
ТВАРИННИЦТВА



Святослав СОКОЛЕНКО¹,

студент 4-го курсу,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

**ПРОДУКТИВНІСТЬ КАРАКУЛЬСЬКИХ ОВЕЦЬ ПРИ ЗГОДОВУВАННІ
РІПАКОВОЇ МАКУХИ, ЗБАГАЧЕНОЇ МІКРО- І МАКРОЕЛЕМЕНТАМИ**

***Анотація.** Удосконалення існуючих і створення нових порід, типів і ліній овець з високим генетичним потенціалом продуктивності вимагає адекватного удосконалення норм годівлі та забезпечення тварин повноцінним живленням в залежності від їх породної приналежності, напрямку продуктивності, статі, віку, фізіологічного стану тощо.*

Відомо, що організм вівці відзначається підвищеними вимогами до пластичних, енергетичних та біологічно активних речовин, зокрема, мінеральних у зв'язку з різнобічною її продуктивністю і, насамперед, продукуванням ними такої специфічної сировини, як вовна.

***Annotation.** Improving existing and creating new breeds, types, and lines of sheep with high genetic potential for productivity requires appropriate refinement of feeding norms and ensuring animals are adequately nourished depending on their breed, productivity direction, gender, age, physiological condition, etc.*

It is known that the sheep's body has increased demands for plastic, energy, and biologically active substances, especially minerals, due to its diverse productivity, primarily in producing specific raw materials like wool.

Вступ. Для дослідів було підібрано 34 голови чотирьохмісячних баранчиків, яких за принципом пар-аналогів з урахуванням походження, віку та

¹Науковий керівник: кандидат ветеринарних наук, доцент Тарас Фаріонік.

живої маси розподілили на три групи. Усі тварини у зрівняльний період, тривалістю 10 діб, отримували раціон, збалансований за деталізованими нормами годівлі. У дослідний період, тривалість якого для баранчиків становила 150 днів, тварини контрольної групи отримували раціон зрівняльного періоду, а тваринам дослідних груп до основного періоду вводили 25% ріпакової макухи (замість еквівалентної кількості за енергетичною поживністю ячменю) збагачену сумішкою з підвищеним рівнем, від існуючих норм, на 25 (перша дослідна група) і 50% (друга дослідна група) сірки (сірка елементарна), селену (селеніт натрію), йоду (йодистий калій) і кремній (метасилікат натрію). Зокрема для баранчиків – сірки елементарної – 0,35-0,98 г, метасилікату натрію – 2,0-2,5 г, селеніту натрію – 3,85-4,55 мг, йодистого калію – 0,38-0,45 мг.

Годівля овець була груповою з щоденним зважуванням заданих кормів. Фактичне споживання кормів визначалося щоденно протягом двох суміжних днів, шляхом зважування кормів та їх, залишків. Тварини мали вільний доступ до води.

Контроль за ростом і розвитком піддослідних тварин проводився шляхом щомісячного індивідуального їх зважування, а також зважування на початку і в кінці досліду. З метою вивчення впливу ріпакових кормів збагачених мінеральними елементами, на ріст і розвиток тварин та якість м'ясної продукції, був проведений контрольний забій відгодівельних баранчиків у віці 9-ти місяців (по три голови від кожної групи, середня жива маса яких відповідала середній живій масі в кожній з піддослідних груп).

Таблиця 1

Динаміка живої маси піддослідних тварин (n=17; M±m)

Показники	Групи тварин		
	Контрольна	перша дослідна	друга дослідна
Жива маса баранчиків, кг:			
- початок досліду	24,5 ± 0,29	25,06 ± 0,29	24,9 ± 0,32
- кінець досліду	45,4 ± 0,35	49,6 ± 0,31 ^{xxx}	50,0 ± 0,22 ^{xxx}
Середньодобові прирости, г	139	164	166
± до контролю: г %	- 100	+ 25 118,00	+ 27 119,42
Витрати кормів на 1 кг приросту, к.од.	10,71	9,12	8,92
% до контролю	100	-17,4	-20,0
Валовий приріст, кг	20,9	24,5	25,1
± до контролю: кг	-	+3,6	+4,2

Результати досліджень, цифрові дані яких представлено на наступних таблицях засвідчили, що включення до основного раціону піддослідних тварин

ріпакової макухи збагаченої підвищеними рівнями сірки, селену, йоду і кремнію сприяло підвищенню інтенсивності їх росту, збільшенню продуктивних якостей.

Так, з цифрових даних табл. 1 видно, що за період досліду середньодобові прирости живої маси у баранчиків першої дослідної групи були вищими в середньому на 25 г у порівнянні з тваринами контрольної групи, а у другої – на 27 г, тобто відповідно на 18,00 і 19,42%.

Підрахунки показали, що витрати кормів на 1 кг приросту живої маси тварин дослідних груп при цьому знизилися відповідно на 17,4 і 20,0%.

Таблиця 2

**Показники м'ясної продуктивності баранчиків, (M ± m; n=3)
(у 9-ти місячному віці)**

Показники	Групи тварин		
	Контрольна	перша дослідна	друга дослідна
Жива маса перед забоєм, кг	41,3 ± 0,50	41,7 ± 0,32	41,8 ± 0,53
Маса парної туші, кг	17,3 ± 0,69	19,6 ± 0,87	19,9 ± 0,68 x
Маса охолодженої туші, кг	15,42 ± 0,45	18,04 ± 0,85 ^x	18,22 ± 0,65 x
Забійна маса, кг	18,2 ± 0,45	20,7 ± 0,49 ^x	21,3 ± 0,35 xx
Забійний вихід, %	44,07	49,64	50,96
Вихід туші, %	41,89	47,00	47,61
Маса внутрішнього жиру, кг	0,313 ± 0,04	0,513 ± 0,05 ^x	0,700 ± 0,06 xx
Маса шкіри, кг	2,586 ± 0,04	3,493 ± 0,30 ^x	3,000 ± 0,15 x
Маса хвостового жиру, кг	0,646 ± 0,11	0,775 ± 0,15 ^x	0,813 ± 0,07 xx
Площа "м'язового вічка", см ²	16,37 ± 0,35	16,84 ± 0,25	17,02 ± 0,45

Отже, жива маса тварин контрольної групи була нижчою в порівнянні з тваринами дослідних груп, тобто тваринами, яким у складі основного раціону згодовували ріпакову макуху збагачену вищими нормами мікро- і макроелементів.

Харчові якості м'яса визначаються не тільки показниками забійної маси і забійного виходу, але і його морфологічним складом. Відомо, що співвідношення масової кількості м'язової, сполучної, кісткової тканини і жиру може варіювати в залежності від породи, статі, віку, вгодованості та способу відгодівлі. Найбільш цінною частиною туші є м'язова тканина, кількість якої в овець може коливатися під впливом цих факторів від 65 до 85%.

Об'єктивним методом оцінки м'ясної продуктивності, окрім відгодівельних показників, є контрольний забій тварин.

Отримані при проведенні контрольного забою якісні та кількісні характеристики м'ясної продукції, в поєднанні з даними приростів живої маси та оплати корму, дозволяють об'єктивно і більш повно судити про відгодівельні якості. З цією метою було проведено контрольний забій тварин по три голови з кожної групи. Отримані результати наведено у табл. 2.

З одержаних даних видно, що баранчики дослідних груп з однаковими показниками живої маси перед забоєм з тваринами контрольної групи, перевищували останніх за масою парної туші на 13,30 і 15,03% ($P < 0,1$ і $P < 0,05$), масі охолодженої туші на 16,99 і 18,16% ($P < 0,05$ і $P < 0,05$) і забійній масі на 13,74 і 17,03% ($P < 0,05$ і $P < 0,01$).

Забійний вихід при цьому становив у тварин першої дослідної групи 49,64%, а у другій – 50,96%, що на 5,57 і 6,89 абсолютних відсотків відповідно перевищувало аналогічні показники у тварин контрольної групи. Тварини дослідних груп переважали контрольних аналогів також і за виходом туші відповідно на 5,11 і 5,72 абсолютних відсотка.

Високий коефіцієнт м'ясності у тварин дослідних груп підтверджується даними площі “м'язового вічка”. Підрахунки показали, що між масою м'якоті і площею “м'язового вічка” існує високий позитивний корелятивний зв'язок ($r=0,75-0,80$).

Цифрові дані табл. 3 свідчать, що частка м'якоті в тушах у тварин дослідних груп порівняно висока і перевищує аналогічний показник тварин контрольної групи відповідно на 3,54 і 3,70%. Тварини усіх піддослідних груп характеризувалися відносно високим коефіцієнтом м'ясності.

Так у контролі він становив 2,63, а у тварин дослідних груп відповідно – 3,16 і 3,36. Проте за масою сухожилля і кісток тварини дослідних груп також переважали аналогів контрольної групи на 8,68 і 3,20%.

Таблиця 3

**Морфологічний склад напівтуші баранчиків
(у 9-ти місячному віці)**

Показники	Групи тварин					
	Контрольна		перша дослідна		друга дослідна	
	кг	%	Кг	%	кг	%
Маса напівтуші, кг	7,94	100,0	9,90	124,7*	9,86	124,2*
в т.ч. м'якоті, кг	5,75	72,42**	7,52	75,96**	7,60	77,08**
Кісток та сухожилля, кг	2,19	27,58**	2,38	24,04**	2,26	22,92**
Коефіцієнт м'ясності	2,63	-	3,16	-	3,36	-

Примітка. *-відсоток до контролю; ** - відсоток до напівтуші

Висновок. Отже, в цілому результати досліджень показали, що використання ріпакової макухи збагаченої підвищеними рівнями макро- і мікроелементів на 25 і 50% у раціонах молодняку овець на відгодівлі сприяє збільшенню м'ясної продуктивності та покращенню біологічної цінності м'яса: середньодобові прирости живої маси при цьому зростають в середньому на 18,00 і 19,42%; забійного виходу - на 6,74 і 6,84%; площа “м'язового вічка” - на

2,87 і 3,97%; білка – на 0,53 і 0,60; жиру – на 0,65 і 0,72; золи – на 0,06 і 0,02 абсолютних відсотка. Кількість загальної вологи при цьому зменшується на 1,24 і 1,34 абсолютних відсотка.

Список використаних джерел

1. Anke M., Dorn W., Gunstheimer G., Amhold W., Gleis M., Anke S., Losch E. Effect of trace and ultratrace elements on the reproduction performance of ruminants. *Vet. med.* 2008. 43, №9. P. 272-282.

2. Bremner I. Functional roles of trace elements and vitamins. Annual report, 2010 Rowlett Res. Inst. Aberdeen, 1990. P.58-62.

3. Charismiadou M.A., Bizelis J.A., Rogdakis E. Metabolic changes during the perinatal in dairy sheep in relation to level of nutrition and breed. 1. Late pregnancy. *J. Anim. Physiol. and anim. Nutr.* 2010. 84, № 3-4. P.61-72.

4. Derycke G., Mabon N., Mandiki S.N.M., Bister J. L., Wathélet J.P., Marlier M., Paquay R. Chemical changes and influences of rapeseed antinutritional factors on lamb physiology and performance. I. Animal performance and thyroid histology. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 2010. 88, № 1-2. P. 81-99.

5. Economides S. Intensive Lamb fattening. Continuous feeding of lambs on urea diets from suckling to slaughter or from three months of age to slaughter. *Techn. Bull. Agr. Research inst. Nicosia. Cyprus*, 2017. 176 p.

6. Hansen A.M., Caspi R. R. Glutamate joins the ranks of immuno modulators. *Nat.Med.* 2010. №16 (8). P. 856–857.

7. Hegarty R.S., Nolan S.V., Leng R.A. The effects of protozoa and supplementation with nitrogen and sulfur on digestion and microbial metabolism in the rumen of sheep. *Austral J. Agr. Res.* 2014. 45, №6. P.1215-1227.

8. Holman R.T. Control of polyunsaturated acids in tissue lipids // *J. Amer. Coll. Nutr.* - 1986. - 5, №2. - P.183-211.

9. Khoragani G.R., Robinson P.H., Boer G., De Kennelly J.J. Influence of canola fat on yield, fat, percentage, fatty acid profile and nitrogen fractions in holstein milk. *J. Dairy Sci.* 2011. 74, №6. P.1904-1911.

Софія СТАДНИК²,
студента 4-го курсу
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РІСТ І РОЗВИТОК ТЕЛИЦЬ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВІКУ ТА ЖИВОЇ МАСИ ПРИ ПЕРШОМУ ПАРУВАННІ

***Анотація.** Ефективне управління галуззю молочного скотарства в господарстві базується на реалізації принципів підвищення генетичного потенціалу худоби за допомогою різних методів. У створенні високопродуктивного стада грають важливу роль два основних фактори: генетичний потенціал тварин і повноцінна годівля. Тому поліпшення умов, що впливають на виробництво молока, розведення та відтворення є досить важливим.*

***Annotation.** Effective management of dairy cattle in the state is based on the implementation of the principles of increasing the genetic potential for thinness using various methods. In a well-established, highly productive herd, two main factors play an important role: the genetic potential of the animals and life expectancy. Therefore, the abundance of minds that pour into the production of milk, dilution and creation is important.*

***Вступ.** Незбалансованість раціонів, недостатньо якісна годівля тварин, а також низька якість кормів представляють основні причини порушень обміну речовин у худоби. Ці порушення проявляються у вигляді збільшення яловості, народження слабких телят, зменшення живої маси і продуктивності тварин, а також погіршення якості молока, що може привести до передчасного вибракування тварин [1, 2, 5].*

Ступінь інтенсивності росту і розвитку ремонтного молодняка має значний вплив на вік першого осіменіння тварин і в подальшому на їх продуктивність і племінні цінності. Існує стійкий взаємозв'язок між живою масою в період першого отелення і продуктивністю в першу лактацію. Недорозвинені первістки будуть споживати меншу кількість кормів для виробництва генетично обумовленої продуктивності і довше рости до бажаної живої маси [1, 3].

***Виклад основного матеріалу.** Для вирішення цього завдання та вивчення особливостей росту телиць в залежності від віку та живої маси при першому заплідненні в умовах конкретного господарства були проведені дослідження на*

²Науковий керівник: кандидат сільськогосподарських наук, доцент Тетяна Голубенко.

телицях української чорно-рябої молочної породи (табл. 1). Жива маса новонароджених телят була практично однаковою і становила в середньому 6,2-6,41% від живої маси їх матерів.

Таблиця 1

Динаміка росту телиць української чорно-рябої молочної породи залежно від віку та живої маси при осіменінні, кг

Група тварин за віком, міс.	Періоди росту, міс.					При першому осіменінні	Жива маса матерів теличок
	при народженні	3	6	9	12		
14-15	33,2± 0,25	100± 1,27	181,2± 2,11	260,4 ± 3,18	333,7 ± 3,68	375,4± 3,46	531,4± 3,62
16-17	33,9± 0,41	99± 1,35	178,2± 3,24	255,3± 3,05	308,9± 3,28	394,7± 5,22	528,3± 6,25
18-20	33,1± 0,32	99,2± 2,01	177,1± 2,86	242,4± 3,67	298,9± 2,87	400,6± 4,63	524,1± 7,43
середнє	33,4± 0,36	99,4± 1,58	178,8± 2,74	252,7± 3,38	312,5± 3,31	390,2± 4,49	527,9± 5,81

Середня жива маса тварин у піддослідних групах у 3 та 6 місяців перебувала майже на одному рівні, 99,2-100 кг та 177,1-181,2 кг відповідно. Різниця у показниках між групами телят становила від 0,8% до 1,0% у віці 3 місяців і від 1,7% до 2,3% у віці 6 місяців. Телиці першої групи, яких спаровували у віці 13-15 міс., перевершували ровесниць другої (16-17 міс.) і третьої групи (18-20 міс.) за живою масою у віці 9 місяців на 21,1% і 24,9% відповідно. У 12-місячному віці різниця між групами була суттєвішою і складала відповідно 24,8 кг, або 8,0 % (друга) та 34,8 кг, або 11,6%. Отримані дані щодо живої маси у першій групі стали мотивацією для раннього осіменіння телиць, яке відбулося у віці 14-15 місяців. Різниця між піддослідними групами телиць, яких спаровували у різні періоди їх вирощування була наступною: при паруванні у віці 18-20 місяців жива маса тварин була найвищою 400,6 кг, що більше за показник першої групи (14-15 міс.) на 25,2 кг, або на 6,7%, при 16-17 міс. – різниця склала 5,9 кг, або 1,5%.

Середньодобові прирости надають більш докладну інформацію про інтенсивність росту тварин. (табл. 2).

Таблиця 2

Зміна середньодобового приросту телиць української чорно-рябої молочної породи з різним віком першого плідного осіменіння, г

Група тварин за віком, міс.	Періоди росту, міс.				
	0-3	3-6	6-9	9-12	0-12
14-15	734±7,8	892±6,8	880±5,7	814±6,4	823±6,3
16-17	715±5,3	870±8,2	856±7,1	595±6,7	753±6,2
18-20	726±7,1	856±8,6	725±6,2	627±5,8	728±7,4
середнє	725±6,7	872±7,9	821±8,3	664±7,7	764±6,7

Телички в дослідних групах, в залежності від віку першого запліднення, мали різні темпи росту протягом періоду від народження до 12-місячного віку.

Телички першої групи, яких запліднювали у віці 14-15 місяців, мали вищі середньодобові прирости протягом цього періоду, порівняно з тими, яких запліднювали у віці 16-17 та 18-20 місяців. Протягом всього періоду вирощування тварин у першій групі спостерігався щоденний приріст живої маси на рівні 823 г, що перевищує приріст у телиць другої групи на 70 г, або на 9,2%, і приріст у третій групі на 95 г, або на 13,0%. Найнижчий приріст було виявлено у теличок, які були спаровані у віці 18-20 місяців і становив 728 г. Цей показник менший на 25 г, або на 3,3%, порівняно з другою групою.

Висновок. Середній показник живої маси при першому заплідненні телиць у цій групі становив 375,4 кг. Різниця між піддослідними групами телиць, яких спаровували у різні періоди їх вирощування була наступною: при паруванні у віці 18-20 місяців жива маса тварин була найвищою 400,6 кг, що більше за показник першої групи (14-15 міс.) на 25,2 кг, або на 6,7%, при 16-17 міс. – різниця склала 5,9 кг, або 1,5%. Протягом всього періоду вирощування тварин у першій групі спостерігався щоденний приріст живої маси на рівні 823 г, що перевищує приріст у телиць другої групи на 70 г, або на 9,2%, і приріст у третій групі на 95 г, або на 13,0%.

Список використаних джерел

1. Ведмеденко О.В. Молочна продуктивність корів залежно від різних факторів. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 107. С. 199-204.
2. Войтенко С. Л., Карунна Т. І., Шаферівський Б. С., Желізняк І. М. Вплив генотипових та паратипових факторів на реалізацію молочної продуктивності корів. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2019. Вип. 1-2 (36-37). С. 21-26.
3. Разанова О.П. Продуктивність і племінна цінність корів української чорно-рябої молочної породи різних ліній племрепродуктора Вінниччини. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. № 4 (107). Т.2. С. 93-104.
4. Скоромна О.І., Разанова О.П., Поліщук Т.В., Шевчук Т. В., Берник І.М., Паладійчук О.Р. Науково обґрунтовані заходи підвищення продуктивності корів молочного напрямку та покращення якості сировини в умовах виробництва: Монографія. ВНАУ, 2020. 174 с.
5. Golubenko T., Razanova O. Optimizing the use of protein in the young cattle body. *Știința agricolă*. 2022. № 1. С. 143-152.

Аліна СТРЕМЕДЛОВСЬКА³,
Студентка 4-го курсу,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН НА ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

***Аннотація.** У виробництві свинарства велике значення має оптимізація використання кормів за допомогою використання біологічно активних добавок. Наприклад, застосування пробіотика Біо-Мос для молодняку свиней на етапі відгодівлі призводить до нормалізації складу мікрофлори травного тракту, поліпшує перетравлюваність кормів і впливає на метаболічні процеси в організмі. Ця добавка також збільшує ефективність перетравлення органічних речовин, білків, жирів, клітковини та інших поживних речовин.*

***Annotation.** In the pig farming industry, enhancing feed utilization is crucial, and biologically active additives play a significant role in addressing this concern. For instance, giving young pigs Bio-Mos probiotic during the fattening period helps regulate both the quantity and quality of microorganisms in the digestive system. This supplementation enhances the digestibility of feed, influencing the body's metabolic processes. Moreover, it boosts the absorption of organic matter, protein, fats, fibers, and non-nitrogenous extractive substances.*

***Вступ.** Для забезпечення високої продуктивності тварин, раціони їхньої їжі зазвичай збалансовані за багатьма показниками, такими як енергія, протеїн, амінокислоти, жири, вуглеводи, макро- і мікроелементи, а також вітаміни, в кількості від 24 до 30 [7].*

У випадку з молодняком свиней, вживання кормових раціонів, які включали добавки Сукрам-810 та Мацераза, призвело до збільшення щоденних приростів на 7,6% та 15,6% відповідно, у порівнянні з групою контролю. Витрати корму на один кілограм приросту живої маси склали 3,74 та 3,49 кормових одиниць в групах II і III відповідно, що на 0,11 та 0,36 кормових одиниць менше порівняно із показниками контрольної групи [1, 3].

Продуктивність свиней і якість їхньої продукції залежать від фізіологічного стану та здоров'я тварин. Цей стан визначається здоров'ям травної системи і складом мікрофлори кишківника. Результати досліджень нових кормових добавок показали, що збагачення раціонів відлучених поросят БВМД не має негативного впливу на їхню їжу. Введення цієї досліджуваної добавки позитивно впливає на їхню продуктивність.

³Науковий керівник: кандидат ветеринарних наук, доцент Тарас Фаріонік.

Отже, щоденні прирости збільшуються на 340 г, що становить 16% зростання. Витрати кормів на отримання 1 кг приросту зменшуються на 2,35 кормових одиниці, що є зниженням на 53,4%. Збільшення живої маси в кінці експерименту на 9 кг свідчить про підвищену інтенсивність росту свиней у дослідній групі порівняно з контрольною.

Однією з ключових аспектів технології є процеси розмноження та вирощування поросят, які є вихідними та найбільш важливими етапами у виробничому циклі. У зв'язку з цим у дослідженнях, проведених Інститутом свинарства і АПВ НААН, велика увага приділялася вивченню ферментів, пре- та пробіотиків, органічних кислот, сорбентів та фітобіотиків у контексті цих процесів.

Однією з найпопулярніших та важливих складових харчування населення є м'ясо і м'ясопродукти. Вони мають високий рівень засвоюваності та поживності, і їхню харчову та біологічну цінність забезпечує різноманітний хімічний склад, особливо його білкова складова [1].

При вивченні впливу Біологічно Активних Добавок (БАВ) важливим аспектом є оцінка м'ясної продуктивності. Ця продуктивність залежить від раціонального харчування, яке можливе лише за умови збалансованості раціонів за поживними речовинами, враховуючи потреби різних статевих вікових груп тварин у енергії, протеїні, амінокислотах, вітамінах та інших біологічно активних речовинах [6].

Якість м'яса в значній мірі залежить від структури м'язової тканини. Смакові характеристики м'яса визначаються наявністю жирової тканини в ньому. Також важливим показником оцінки якості м'яса є співвідношення між його структурними елементами [1, 2].

Форма та міцність зв'язку води зі структурними елементами тканин визначають, наскільки м'ясо може утримувати вологу. Кількість зв'язаної води, а також її розподіл за формами та міцністю зв'язку, впливають на властивості м'яса, зокрема на його консистенцію [3].

У ряді досліджень, проведених на молодняку свиней, додавання дефіцитних біологічно активних речовин до складу комбікорму призвело до отримання м'яса вищої якості за показниками ніжності, смаку, аромату, соковитості, структури та тривалості зберігання (до 28 діб).

У вивченні впливу мінерально-вітамінних добавок було встановлено, що у м'ясних продуктах тварин обох груп збільшується маса шкіри. Застосування таких добавок також призвело до збільшення вмісту протеїну до 22%, зниження вмісту жиру у найдовшому м'язі спини на 5,1% та зменшення товщини шпику на ший та на крижах відповідно на 12,2% та 16,9% [5].

Можна включати премікси до складу БАВ. Про премікс слід сказати, що це однорідна суміш біологічно активних речовин, таких як мікроелементи, вітаміни, ферменти, антибіотики та амінокислоти, а також лікувальних препаратів та наповнювачів. Вони призначені для введення в комбікорми, кормосуміші та білково-вітамінно-мінеральні добавки.

У дослідженні впливу кормового фактора раціон був збалансований за допомогою добавок, таких як комбікорми фірми Sano, добавка БАКД+ та премікс від фірми "Йозера". В ході науково-господарського експерименту було встановлено, що середньодобові прирости свиней у контрольній групі були трошки меншими, порівняно з показниками у дослідних групах і становили 730 г у порівнянні з 778 г у другій групі та 782 г у третій групі, що складало 6,6% та 7,1% відповідно. Треба відзначити, що премікс німецької фірми "Йозера" є значно дорожчим, ніж добавка БАКД+, при цьому маючи практично однаковий ефект, що підвищувало вартість виробництва свинини.

Оптимальне використання біологічно активних добавок для балансування раціонів свиней дозволяє досягти високої продуктивності тварин на власних кормах, що значно знижує вартість виробництва і підвищує рентабельність свиного комплексу. Використання вітчизняної добавки БАКД+ не впливає на гематологічні показники досліджуваних тварин, їхні значення залишаються в межах норми.

Цікаво, що хоча основний раціон свиней складався з схожих кормів, вони різним чином впливали на рівень росту молодняку свиней. Це відображено в різниці у перетравності поживних речовин в організмі тварин: у дослідних групах ці показники були трошки вищими, порівняно з контрольною групою.

На українському ринку кормових добавок виділяється бельгійська компанія Dossche, яка виготовляє продукт Аміномакс №5220. Ця добавка включає в себе різноманітний комплекс вітамінів, як водорозчинних, так і жиророзчинних, а також ензими та важливі незамінні амінокислоти, такі як метіонін, цистин та триптофан. У своїй рецептурі фірма використовує стимулятори росту рослинного походження, такі як насіння полину, для підвищення апетиту у тварин. Ця добавка також компенсує відсутність у тварин ферментів, які спроможні гідролізувати рослинні полісахариди, розщеплюючи структуру рослин, що сприяє вивільненню корисних речовин із рослинного корму [6].

Одним із ключових критеріїв для оцінки продуктивності свиней є якість отриманої продукції. Головні фактори впливу на продуктивність та якість м'яса включають рівень годівлі, породу, якість молодняку під час відгодівлі, умови утримання та тривалість періоду відгодівлі.

Дослідження показали значні відмінності у забійних якостях свиней у дослідних групах, які отримували комбікорми з регіональними зерноsumішами, що включали БВМД-1.

Деякі літературні джерела свідчать, що при неповноцінній годівлі та використанні раціонів, не збалансованих за макро- та мікроелементами, може спостерігатися затримка у рості скелета, зменшення маси тіла та недостатній розвиток внутрішніх органів. Наприклад, туші тварин у дослідних групах, які отримували комбікорми з регіональними зерноsumішами, зареєстрували більшу довжину на 2,2%, 5,0% та 4,1% порівняно з контрольною групою [4].

Під час вивчення морфологічних властивостей травної системи та інших органів піддослідних свиней, яким подавали емульговані та нативні жири

добавки, було встановлено, що абсолютна та відносна маса внутрішніх органів значно не розрізнялись. Однак абсолютна маса підшлункової залози у поросят-сисунів, яким давали нативні жирові добавки, була трошки вищою, ніж у тварин, які отримували емульговані жирові добавки [6].

Кров, як важлива складова внутрішнього середовища організму, відіграє ключову роль у захисних реакціях, терморегуляції, підтримці водного балансу тканин і механізмах нервово-гуморальної регуляції. Таким чином, склад крові визначає всі функції організму тварин [1].

Відомо, що склад крові є важливим показником інтенсивності обмінних процесів, які відбуваються в організмі тварин під впливом різних кормових компонентів. Аналіз гематологічних показників дозволяє чітко визначити вплив БВМД Інтермікс на організм молодняку свиней у період від 65 до 110 кілограмів ваги. У цей період годівлі гематологічні показники тварин у дослідних групах майже не відрізнялися від тих, які спостерігалися в контрольній групі.

Була зафіксована незначна тенденція до збільшення кількості еритроцитів на 1–4,93%, гемоглобіну на 6,1–3,64%, лейкоцитів на 1,5–4,2%, еозинофілів на 9,57–14,3%, паличкоядерних нейтрофілів на 16,7–5,5%, загального білка на 2,6–4,9%, кальцію на 6,7–4,3%, фосфору на 9,5–11,7%, заліза на 4–11%, та альбумінів на 1–8,7%. Кольоровий показник, кількість базофілів, сегментоядерних та моноцитів у крові тварин у всіх групах були практично однакові. У фазу годівлі від 65 до 110 кілограмів за споживання БВМД Інтермікс гематологічні показники майже не відрізнялися між групами і залишалися в межах норми [2].

Багато наукових досліджень вказують на те, що використання ферментних препаратів у годівлі свиней призводить до невеликого підвищення деяких показників та зниження інших, але ці зміни залишаються в межах норми для фізіологічних показників [6]. Згідно з певними даними, додавання молодняку свиней мацеробациліну спричинює зниження вмісту загального білка в крові: на 8% при дозі 2 г на 100 кг живої маси, на 10,4% при дозі 4 г та на 13,7% при дозі 6 г.

Згідно з різними дослідженнями, за включення нової кормової добавки "Ліпрот" в раціон, виявлено значний вплив на ріст і розвиток поросят. Важливо відзначити, що тварини у дослідній групі показали кращий ріст і мали більш виражений м'ясний тип. Протягом двох місяців вирощування середньодобові прирости свиней у дослідній групі зросли на 123 грами або на 32,5% у порівнянні з контрольною групою. Витрати корму на отримання 1 кілограма приросту зменшилися на 1,08 кормових одиниць, що складає 24,7%. Крім того, на завершення дослідження жива маса свиней у дослідній групі перевищувала масу у контрольній групі на 7,3 кілограма. У свиней дослідної групи також був вищий абсолютний приріст живої маси.

Наукові дослідження, які вивчали вплив вмісту білків, вуглеводів і жирів у раціонах на засвоєння кальцію, фосфору, натрію і калію організмом свиней, є значущими. У своїх дослідженнях вчені оцінили ефективність використання

нової рецептури білково-вітамінно-мінеральних добавок для молодняку свиней на відгодівлі.

Ці добавки були розроблені на основі місцевої кормової сировини південної частини України. Експериментальні рецепти білково-вітамінно-мінеральних добавок відрізнялися від стандартної рецептури за вмістом поживних речовин. Наприклад, у цих рецептах був підвищений вміст протеїну, кальцію, фосфору, міді, марганцю, цинку, кобальту, лізину, треоніну, вітамінів А, Е, В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, тоді як вміст заліза, метіоніну з цистином, вітаміну D та В₄ був знижений.

Висновок. Використання нової рецептури білково-вітамінно-мінеральних добавок (БВМД) у складі дослідних комбікормів не спричинило значних змін у рівнях обмінної енергії та сирих білків. Проте, ця рецептура призвела до підвищення вмісту лізину на 24–32%, відповідно.

У дослідних комбіормах також було оптимальне співвідношення треоніну та метіоніну з цистином в порівнянні з лізином. Рівень вітамінів та мінеральних елементів відповідав потребі тварин для реалізації їхнього потенціалу продуктивності. Зміни у раціонах молодняку свиней на відгодівлі за рахунок стандартних та експериментальних рецептів БВМД вплинули на їх продуктивність по-різному.

Список використаних джерел

1. Біленчук Р.В., Кравців Р.Й. Активність трансаміназ сироватки крові корів під впливом добавок дефіцитних мікроелементів. “Експериментальна та клінічна фізіологія” Львів: 2005. – Т. 2. – С. 254-256.
2. Брицке М.Э. Атомно-абсорбционный спектрохимический анализ. М.: Химия, 1999. – 222 с.
3. Ветеринарно-санітарна експертиза яловичини, виробленої в умовах дефіциту мікроелементів (Fe, Cu, Mn, Co, Zn) зони Лісостепу Вінниччини : Інформ. листок ЦНТЕІ. Р. Й Кравців, Т. В. Фаріонік. [та ін.]. Львів, 2008. № 1. – 4 с.
4. Ноздрін М.Т. Карпусь М.М., Каравашенко В.Ф. Деталізовані норми годівлі сільськогосподарських тварин. Довідник та ін.; За ред. М.Т. Ноздріна. К.: Урожай, 1991. – 344 с.
5. Фаріонік Т. В. Вплив мікроелементів і їх хелатних сполук (метіонатів) на морфологічний склад туш та дегустаційну оцінку м'яса і бульйону, отриманого від тварин чорно-рябої м'ясної породи СФГ "Дружба" с. Гопчиця Погребищенського району Вінницької області. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Львів, 2008. Т. 10, № 4. С. 253–256.
6. Фаріонік Т. В., Власенко В.В., Довгань В.В. Ветеринарно-санітарна оцінка залоз внутрішньої секреції молодняку синей при використанні БВМД Аміномакс № 5220. Науковий вісник Львівського національного університету

ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, Том 13. № 4 (50) ч.4 2011. С. 205–209.

7. Gutyi B., Leskiv K., Hufriy D., Binkevych V., Farionik T., Binkevych O. «Metifen impact on the antioxidant protection of the little pigs bodies», Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Том 16, №3 (60) Частина 1, Львів 2014р. С.416–420.

Максим ГРАБЧАК⁴,
Студент 4-го курсу,
Факультету технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН У ГОДІВЛІ ПТИЦІ

***Анотація.** У статті досліджено ефективність використання у годівлі курчат-бройлерів пробіотичних препаратів. Додаткове згодовування пробіотиків «Протеаза» та «Пробіол» стимулювало до інтенсивного росту птиці, що підвищило їхню живу масу на 11%.*

***Annotation.** The article investigates the effectiveness of using probiotic preparations in feeding broiler chickens. Additional feeding of probiotics Protease and Probiol stimulated intensive growth of birds, which increased their live weight by 11%.*

Вступ. На сьогодні птахівництво є економічно вигідною та перспективною галуззю тваринництва. Швидкий ріст, короткотривалий період відгодівлі та великий попит на ринку привертають чимало уваги майбутніх фермерів. Проте, для отримання високих результатів виробництва варто зосереджуватись на правильно підбраному раціоні птиці. Збалансована годівля птиці – основа високої продуктивності та її стійкого імунітету. Щоб домогтися повноцінності раціону, варто застосовувати новітні технології у годівлі, що дозволяє збагатити раціон птиці важливими елементами. Одними з таких біологічно активних речовин є пробіотики.

Пробіотики використовують для профілактики та лікування деяких хвороб тварин. Вони не накопичуються в органах і тканинах тварин та не впливають на якість продукції, стимулюють імунну відповідь організму тварин, відновлюється нормоценоз. Пробіотичні препарати не мають протипоказань

⁴Науковий керівник: кандидат сільськогосподарських наук, доцент Олена Разанова.

щодо застосування і не чинять негативного впливу навіть у дозах, що значно перевищують рекомендовані [2].

Г. М. Огороднійчук досліджувала продуктивні показники курчат-бройлерів, в раціоні яких вводили пробіотично-ферментні добавки «Протеаза» та «Пробіол». Результати досліджень показали, що курчата дослідної групи мали на 8% більшу масу тіла [1].

Виклад основного матеріалу. Для підтвердження експериментів було проведено дослідження щодо впливу пробіотиків «Протеаза» та «Пробіол» на живу масу курчат-бройлерів. Для цього відібрали дві групи курчат-бройлерів кросу Кобб-500. Птиця контрольної групи споживала звичайний комбікорм, дослідної – додавали до раціону пробіотики «Пробіол» та «Протеазу». Дослідження тривали 42 дні.

Таблиця 1

Схема дослідження

Група	Тривалість періоду, днів	Кількість курчат у групі, голів	Особливості раціону
1 – контрольна	42	25	Комбікорм
2 – дослідна	42	25	Комбікорм + «Пробіол», «Протеазу».

У ході досліджень визначали інтенсивність росту птиці і проводили зважування бройлерів у 1, 7, 14, 21, 28, 35 та 42 день.

Жива маса бройлерів у дослідній групі на 7 день вирощування була більшою, порівняно з аналогами, яких годували комбікормом, на 3,6%.

Таблиця 2

Продуктивні показники курчат-бройлерів, г

Вік птиці, день	Група	
	контрольна	Дослідна
1	42,3 ± 0,1	42,3 ± 0,11
7	165,2 ± 2,7	171,1 ± 2,8
14	410,8 ± 6,78	447,4 ± 7,1
21	679,3 ± 12,4	795,87 ± 15,43
28	1143,5 ± 18,32	1357,53 ± 19,34
35	1767,86 ± 23,8	1924,3 ± 26,65
42	2338,6 ± 24,8	2595,84 ± 28,4

Отже, дослідження показало, що використання біологічно активних речовин пробіотично-ферментних добавок у годівлі бройлерів позитивно впливає на інтенсивність росту птиці. У кінці дослідного періоду жива маса птиці підвищилася на 11% у другій групі порівняно з контрольною.

Висновки. Додаткове введення до раціону бройлерів пробіотиків «Пробіол» та «Протеазу» стимулювало організм до інтенсивнішого росту, що підвищило їхню живу масу у кінці відгодівлі на 11,0%.

Список використаних джерел

1. Огороднічук Г. М. Ефективність використання біологічно активних речовин в годівлі птиці. *Всеукраїнська науково-практична конференція «Сучасні проблеми підвищення якості, безпеки виробництва та переробки продукції бджільництва»*. Чернятин. 2020. [Електронний ресурс]

Режим доступу : <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/28970.pdf>

2. Решетніченко О., Орлов Л., Крюков В. Пробиотики в годівлі тварин. *Тваринництво України*. С. 25 – 28.

Олександр ХРУСТИВСЬКИЙ⁵,

студент 2 курсу,

факультет технологій виробництва і переробки

продукції тваринництва та веретинарії,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

СУЧАСНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ ЗАХВОРЮВАНЬ ДРІБНИХ ТВАРИН

***Анотація.** Стаття присвячена розгляду новітніх методів діагностики та лікування хвороб дрібних тварин, які є актуальними для студентів ветеринарних факультетів та тих, хто цікавиться доглядом за дрібними тваринами. Описані передові методи діагностики, які дозволяють точно визначити природу захворювань, включаючи діагностичну візуалізацію, лабораторні аналізи та молекулярно-генетичні методи, розглянуто інноваційні підходи до лікування, етичні питання у ветеринарній медицині. Сучасні технології дозволили спеціалістам ветеринарної медицини діагностувати захворювання більш точно і швидко, використовуючи візуальний огляд, клінічні тести і новітні технології. Індивідуальні підходи до лікування враховують унікальні потреби та особливості кожної тварини і допомагають оптимізувати стратегії лікування та персоналізовані плани.*

***Annotation.** The article is devoted to consideration of the newest methods of diagnosis and treatment of diseases of small animals, which are relevant for students of veterinary faculties and those interested in the care of small animals. Advanced diagnostic methods are described, which allow to accurately determine the nature of diseases, including diagnostic imaging, laboratory analyzes and molecular genetic methods, innovative approaches to treatment, ethical issues in veterinary medicine are considered. Modern technologies have allowed veterinary medicine specialists to diagnose diseases more accurately and quickly, using visual inspection, clinical tests and the latest technologies. Individualized treatment approaches take into account*

⁵Науковий керівник: кандидат ветеринарних наук, доцент Колечко А.В.

the unique needs and characteristics of each animal and help optimize treatment strategies and personalized plans.

Вступ. За останні кілька десятиліть ветеринарна медицина досягла значних успіхів, відкривши нові горизонти в діагностиці та лікуванні хвороб дрібних тварин. Стрімке вдосконалення методів тестування та використання передових методів лікування дозволило точно визначати та ефективно управляти здоров'ям та благополуччям дрібних тварин. Діагностика захворювань дрібних тварин здійснюється шляхом проведення різних досліджень, таких як аналіз крові, сечі, обстеження шкіри та волосся тварини, рентгенографія, ультразвукове обстеження та інші.

Методи діагностики та лікування захворювань дрібних тварин є невід'ємною частиною ветеринарної медицини. Дрібні тварини, такі як кішки, собаки, хом'яки, зайці, птахи та інші, потребують спеціальної догляду та адекватного лікування при виникненні будь-яких хвороб.

Лікування захворювань дрібних тварин зазвичай проводиться за допомогою медикаментозних препаратів, які призначаються ветеринарним лікарем з урахуванням основної причини захворювання та індивідуальних особливостей тварини. В деяких випадках може знадобитися проведення хірургічного втручання або фізіотерапевтичних процедур для досягнення позитивного результату.

Виклад основного матеріалу. Важливим аспектом діагностики та лікування захворювань дрібних тварин є профілактика захворювань та регулярні відвідування ветеринарного лікаря для профілактичних оглядів та вакцинації. Ці заходи допомагають вчасно виявляти потенційні проблеми зі здоров'ям тварини та запобігати їх подальшому розвитку.

Сучасні методи діагностики: технології та тенденції.

Візуалізація: рентгенографія та ультразвукова діагностика.

Візуалізація є важливим етапом у діагностиці захворювань дрібних тварин. Рентгенографія у ветеринарній медицині є важливим інструментом для визначення структурних аномалій та оцінки стану внутрішніх органів у домашніх тварин. Цей метод використовує рентгенівські промені для отримання зображень, які дозволяють ветеринарним лікарям виявляти проблеми, такі як переломи кісток, пухлини, порушення структури внутрішніх органів тощо. Наприклад, до ветеринарного лікаря звернулися власники кішки з виявленою ламкістю в лапці. Рентгенографія допомогла точно визначити місце перелому та визначити оптимальний план лікування.

Ультразвукова діагностика надає детальний огляд внутрішніх процесів тварини, надаючи можливість обстежити м'які тканини і виявити органічні аномалії. Вона базується на використанні високочастотних звукових хвиль для створення детальних зображень м'яких тканин та органів у тілі тварини. Цей метод дозволяє вивчати серце, нирки, печінку, а також виявляти патології, такі як кісткові утворення, кісти чи пухлини. Наприклад, собака з симптомами

ниркової недостатності. Ультразвукове дослідження дозволило оцінити розміри та структуру нирок, дає змогу оцінити наявність патологічних змін та оцінити їх.

Лабораторні дослідження: кров'яні тести, аналізи біопроб, молекулярно-генетичні методи.

Лабораторні дослідження відіграють важливу роль у визначенні стану здоров'я та виявленні патологічних станів. Кров'яні тести у ветеринарії включають в себе аналіз крові для оцінки різних параметрів, таких як кількість еритроцитів, концентрація гемоглобіну, лейкоцитів та інших складових. Ці дані дозволяють ветеринарному лікарю отримати інформацію про стан кровоносної системи, можливі запальні процеси або анемію.

Аналізи біопроб включають в себе вивчення різних видів біоматеріалів, таких як сеча, кал, мокрота тощо. Вони використовуються для виявлення хвороб травного тракту, оцінки функції нирок, виявлення паразитів та інших патологій. Наприклад, аналіз калу на яйця гельмінтів.

Молекулярно-генетичні методи ветеринарії використовуються для виявлення генетичних аномалій, визначення спадкових характеристик та діагностики генетично обумовлених хвороб. Ці методи дозволяють точно визначити генетичний профіль тварини та виявити ризики розвитку спадкових захворювань. Прикладом може бути генетичний тест на спадкові хвороби, що дасть нам інформацію про наявність генетичних аномалій, спадкових захворювань. Як результат ми визначимо ризики для конкретних порід, проведемо діагностику генетично обумовлених хвороб.

Використання новітніх технологій у визначенні захворювань.

Сучасні технології включають інноваційні підходи до діагностики та виявлення захворювань. Комп'ютерна томографія, магнітно-резонансна томографія та інші передові технології надають детальні тривимірні зображення, які полегшують ідентифікацію складних патологій. Електронні пристрої та інформаційні технології також використовуються для аналізу даних, швидкої діагностики та моніторингу здоров'я тварин.

Використання КТ або МРТ для вивчення внутрішніх органів та структур тіла тварини. Використання полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) для виявлення генетичних аномалій у собак та кішок. Використання автоматизованих аналізаторів крові для отримання широкого спектру біохімічних показників.

Використання високотехнологічних лікарських препаратів.

У сучасній ветеринарній медицині велика увага приділяється розробці та використанню високотехнологічних фармацевтичних препаратів для лікування тварин. Розробка інноваційних лікарських засобів дозволяє швидко та ефективно боротися з різними захворюваннями і гарантує високий рівень ефективності та безпеки для тварин. Ці препарати можуть включати новітні вакцини, антибіотики та ліки, які дозволяють ветеринарним лікарям ефективно лікувати та управляти різноманітними захворюваннями.

Модерні вакцини: вакцина проти лейкозу у кішок (Feline Leukemia Virus Vaccine).

Антибіотики нового покоління: препарат кларитроміцин для лікування респіраторних інфекцій у собак.

Біологічна терапія: використання моноспецифічних антитіл для лікування алергічних реакцій у коней.

Фізіотерапія: лазерна терапія, магнітотерапія, фізіотерапевтичні вправи.

Фізіотерапія відіграє важливу роль у відновленні здоров'я тварин і стає все більш популярною ветеринарною практикою.

Лазерна терапія використовується для зменшення болю та прискорення процесів загоєння шляхом використання світлових променів певної довжини хвилі. Вона може бути застосована при лікуванні подагри, артриту, ран та інших м'язово-скелетних проблем.

Магнітотерапія використовує магнітні поля для поліпшення кровообігу та зменшення запалення. Вона може бути корисною при лікуванні травм, артриту та інших хронічних захворювань у тварин.

Спеціально розроблені фізіотерапевтичні вправи допомагають відновлювати м'язову масу, поліпшувати рухливість та забезпечувати комплексний підхід до реабілітації.

Хірургічні методи: розвиток хірургічних технік та обладнання.

Хірургічні методи у ветеринарній медицині постійно розвиваються, вдосконалюючи технології та використовуючи новітнє обладнання. Такі розробки, як малоінвазивна хірургія, роботизована хірургія та 3D-моделювання, дозволили ветеринарним хірургам виконувати складні операції точно і безпечно.

Мініінвазивні хірургічні методи, такі як лапароскопія та торакокопія, дозволяють проводити операції з меншими розрізами, зменшуючи травматизм і тривалість відновлення.

Використання роботизованих систем у хірургії дозволяє здійснювати точні та контрольовані операції, зменшуючи ризики та поліпшуючи результати.

Інноваційне обладнання, таке як лазери, ендоскопи, та електрокаутери, полегшує проведення операцій та забезпечує високу точність та ефективність.

Етичні аспекти у ветеринарній медицині.

Розгляд етичних викликів, пов'язаних із застосуванням новітніх технологій.

Сучасний розвиток технологій у ветеринарній медицині створює нові етичні виклики, такі як використання генетичних методів, клонування, та використання штучного інтелекту.

Використання генетичних методів або клонування для покращення генетичних характеристик тварин може викликати етичні проблеми. Необхідний детальний етичний аналіз, щоб розглянути дотримання принципів добробуту і прав тварин в контексті генетичних втручань.

ШІ можна використовувати для розробки методів діагностики та лікування. Однак етичні питання включають конфіденційність даних, цілісність і прозорість використання алгоритмів, особливо при прийнятті медичних рішень.

Використання передових методів дослідження може вимагати тестування на тваринах. Етичні міркування включають необхідність максимально зменшити страждання тварин, альтернативні методи дослідження та дотримання етичних принципів щодо використання тварин у науці.

Збір і обробка медичних даних про тварин вимагає високого ступеня конфіденційності та захисту приватного життя. Врахування етичних аспектів передбачає встановлення меж використання таких даних та забезпечення дотримання стандартів безпеки.

Важливим етичним аспектом є забезпечення доступу всіх людей до новітніх технологій і дотримання принципів неупередженості у ветеринарній медицині.

Значення гуманного та етичного ставлення до тварин у лікувальному процесі.

Гуманне та етичне поводження з тваринами під час медичного процесу визначається кількома ключовими аспектами:

1. М'яке та безболісне лікування: гуманне ставлення передбачає забезпечення комфорту тварин та врахування їхнього добробуту під час медичних процедур. Використання безболісних методів і мінімізація стресу є важливими аспектами етичного лікування.

2. Етика догляду наприкінці життя: рішення про евтаназію та догляд наприкінці життя вимагають особливих гуманних та етичних міркувань. Вони включають обговорення з власником, мінімізацію страждань тварини та забезпечення високого рівня догляду.

3. Забезпечення якості життя: етичне поводження з тваринами передбачає врахування якості життя тварини під час лікування. Рішення про продовження або припинення лікування повинні ґрунтуватися на бажанні досягти оптимальної якості життя тварини.

4. Етична взаємодія з власниками: гуманне та етичне лікування включає взаємодію з власниками. Це передбачає розуміння потреб і цінностей власників, а також чесне і відкрите спілкування щодо вибору лікування і прогнозу.

Залежно від фізіологічних і поведінкових особливостей тварини, реакція на лікування може відрізнятися.

Індивідуальний підхід може передбачати врахування віку, статі, породи, стану здоров'я, історії хвороби та інших унікальних факторів. Наприклад, лікування артриту у великих собак може вимагати інших стратегій, ніж лікування артриту у маленьких собак. Врахування унікальних потреб та особливостей є ключовим для забезпечення ефективного та безпечного лікування: фізіологічні особливості, історія хвороби, оцінка попереднього лікування та врахування поведінкових аспектів. Співпраця між власником і

ветеринаром відіграє важливу роль у визначенні оптимального лікування та догляду. Врахування розпорядку дня, дієти та способу життя тварини може підвищити ефективність лікування. Власники і ветеринари повинні працювати разом, щоб визначити найважливіші цілі для тварини. Власники теж часто потребують психологічної підтримки при лікуванні хворих тварин. Розуміння емоцій власника та обізнаність ветеринарного лікаря можуть полегшити цей процес. Індивідуальний підхід до ветеринарного лікування важливий для досягнення найкращого результату і забезпечення найвищого рівня догляду за твариною. Співпраця з власниками та врахування специфічних потреб кожної тварини є ключовими елементами успішного підходу до лікування.

Висновки. Важливі аспекти ветеринарної медицини, спрямовані на поліпшення діагностики та ефективного лікування домашніх тварин. Візуальне обстеження, таке як рентген та ультразвук, дозволяє детально дослідити внутрішні органи та структури тіла тварини. Ці методи допомагають виявити захворювання та розлади на ранній стадії і є важливими для швидкого лікування.

Лабораторні дослідження, такі як аналізи крові, біопроби та молекулярно-генетичні методи, надають чутливі інструменти для визначення стану здоров'я тварин та виявлення генетичних аномалій. Інноваційні терапевтичні підходи, такі як використання високотехнологічних фармацевтичних препаратів, фізіотерапевтичних та хірургічних методів, розширюють потенціал ветеринарної медицини для досягнення хороших результатів та покращення якості життя тварин.

Сучасна ветеринарна медицина зможе забезпечити комплексний та індивідуальний підхід у діагностиці та лікуванні хвороб домашніх тварин, враховуючи ці аспекти, та допомогти зберегти здоров'я та довголіття домашніх тварин.

Список використаних джерел

1. Emma Howson. (2017). Technological advances in veterinary diagnostics: Opportunities to deploy rapid decentralised tests to detect pathogens affecting livestock. 480-492
2. Hoffmann B., Beer M., Reid S.M., Mertens P., Oura C.A.L., van Rijn P.A., Slomka M.J., Banks J., Brown I.H., Alexander D.J. & King D.P. (2009). - A review of RT-PCR technologies used in veterinary virology and disease control: sensitive and specific diagnosis of five livestock diseases notifiable to the World Organisation for Animal Health. Vet. Microbiol., 139
3. World Organisation for Animal Health (OIE) (2017). - Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals, 7th Ed. OIE, Paris.
4. Harold Tvedten and Jennifer S. Thomas. (2012). Small Animal Clinical Diagnosis by Laboratory Methods - 5th Edition. 1-11
5. Gary Osweiler and Paula Martin Imerman. (2012). Small Animal Clinical Diagnosis by Laboratory Methods - Fifth Edition. 364-384

6. Adelaide Greco, Giacomo Gnudi, Leonardo Meomartino, Arturo Brunetti. (2023). Imaging techniques in veterinary medicine. Part II: Computed tomography, magnetic resonance imaging, nuclear medicine. *European Journal of Radiology Open*. 1-18
7. Muhammad Kashif Sadiq. (2023). The Advancements in Veterinary Surgical Techniques. Gain Valuable Insights into Veterinary Surgeries and Procedures. 1-6
8. Donald E. Thrall. (2018). Basic Principles of Radiographic Interpretation of the Axial Skeleton. *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology - 7th Edition*. 137-152
9. Mary Anna Thrall, Glade Weiser, Robin W. Allison, Terry W. Campbell. (2022). *Veterinary Hematology, Clinical Chemistry, and Cytology, 3rd Edition*. 38-63
10. John M. Burnett and Jennifer L. Wardlaw. (2012). *Physical Rehabilitation for Veterinary Practices*. 15-20
11. Fossum, Hedlund, Johnson. (2007). *Small Animal Surgery*. 111-129.
12. James S Gaynor, Sean Hagberg, Blake T Gurfein. (2018). Veterinary applications of pulsed electromagnetic field therapy. 1-6
13. Haben Fesseha. (2020). Laser Thrapy and its Potential Application in Veterinary Practice-A Review. 1-6
14. Christopher J. Winkler. (2019). *Laser Surgery in Veterinary Medicine*. 292-295
15. Anne Quain, Michael P. Ward, and Siobhan Mullan. (2021). Ethical Challenges Posed by Advanced Veterinary Care in Companion Animal Veterinary Practice. 17-26
16. Moses L., Malowney M.J., Wesley Boyd J. (2018). Ethical conflict and moral distress in veterinary practice: A survey of north american veterinarians. *J. Vet. Intern. Med.* 2115-2122.
19. Bernard E. Rollin. (2007). *An Introduction to Veterinary Medical Ethics - Theory and Cases*. 230-238.
20. Jack K.. (2020). An integrated review of the role of communication in veterinary clinical practice. 1-14
21. Marilyn Martinez, Sanja Modric. (2010). Patient variation in veterinary medicine: Part I. Influence of altered physiological states. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*. 213-226.

Сніжана ЯРОВА⁶,
магістр 2-го року навчання,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВІДГОДІВЕЛЬНОГО МОЛОДНЯКУ РІЗНОГО ГЕНОТИПУ ЗА ПРОДУКТИВНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

***Анотація.** Однією з важливих стратегічних завдань розвитку вітчизняного агропромислового комплексу є розвиток м'ясного скотарства, виробництво якісної продуктової сировини. Деякі тваринницькі господарства стали орієнтуватися на виробництво високоякісних сортів м'ясної сировини – виробництво яловичини. Таке м'ясо має великий попит на м'ясному ринку. При цьому виробництво такої яловичини без використання стероїдів та гормональних засобів підвищує конкурентоспроможність цього виду продукції на світовому ринку.*

***Annotation.** One of the important strategic tasks in the development of the ham and agro-industrial complex is the development of beef cattle production and the production of soy milk. Various animal kingdoms began to focus on the production of high-yield varieties of meat cheese - the production of cowhide. This is how the great meat is eaten at the meat market. In this case, the production of such cowberry without the presence of steroids and hormonal factors promotes the competitiveness of this type of product in the light market.*

***Вступ.** Яловичина є одним із найважливіших видів м'ясної сировини у тваринництві. Вона відноситься до червоних сортів м'яса і має найбільш привабливі поживні та смакові якості. Яловичина широко використовується у різних країнах завдяки популярності традиційного м'ясного тваринництва. У зв'язку з цим збільшення продуктивності тварин реалізується на основі покращення умов утримання, годівлі, підвищення рівня племінної роботи [2, 5].*

Ринок м'яса являє собою важливу складову продовольчого ринку країни, від стабільності функціонування якого значною мірою залежать рівень життя населення та забезпечення продовольчої безпеки країни. М'ясо та м'ясні продукти належать до найважливіших продуктів харчування [1].

В Україні серед м'ясних порід великої рогатої худоби найбільшу питому вагу мають породи: абердин-ангуська – 23,1%, поліська та волинська м'ясні – 21,9%, південна м'ясна – 10%, українська м'ясна – 6,4%, симентальська м'ясна – 5,6%, інші м'ясні породи – від 0,5 до 3,5 % [3, 6].

На всіх ланках технологічного процесу виробництва м'яса розвиток

⁶Науковий керівник: кандидат сільськогосподарських наук, доцент Тетяна Голубенко.

м'ясного скотарства протягом останнього десятиліття відбувався під впливом структурних змін у таких напрямках як поліпшення генетики та здоров'я тварин, досконалішому управлінню стадом. Ці покращення дозволили зробити виробництво м'яса більш ефективним [4].

Виклад основного матеріалу. Серед чинників, які впливають на м'ясну продуктивність та ефективність відгодівлі, велике значення має якість раціону. Худоба деяких спеціалізованих м'ясних порід швидше наростає вагу і має високий забійний вихід, а також найкращу якість м'яса порівняно з молочними породами.

У зв'язку з цим у нашому досліді ми аналізували вплив концентрованого типу годівлі на м'ясну продуктивність дослідних тварин, зокрема на динаміку живої маси в період досліді.

В умовах господарства ТОВ «АГРОБУЛ», були досліджені показники інтенсивності росту бичків чотирьох різних порід: лімузин, симентальська, абердин-ангуська та бельгійська блакитна.

Бугайці бельгійської породи відгодовувалися з набагато меншою початковою живою масою, ніж тварини лімузинської породи на 28,5 кг, симентальської на 33,6 кг і абердин-ангуської на 29,7 кг. Після закінчення періоду відгодівлі жива маса бугайців лімузинської породи становила 272,4 кг, абердин-ангусів - 276,9 кг, а сименталів - 276,2 кг (табл. 1).

За періоди відгодівлі бугайців у лімузинів абсолютний приріст становив 75 кг, сименталів – 73,7 і абердин-ангусів – 78,3 кг. За отриманого приросту живої маси за 118 днів відгодівлі середньодобові показники склали відповідно 636 г, 625 і 664 г.

Таблиця 1

Інтенсивність росту відгодівельних бугайців м'ясних порід в умовах господарства «АГРОБУЛ», 2022 рік

Порода	Жива маса, кг		Тривалість відгодівлі, днів	Абсолютний приріст, кг	Середньодобовий приріст, г
	початок відгодівлі	Кінець відгодівлі			
Лімузин	197,4	272,4	118	75,0	636
Симентальська	202,5	276,2	118	73,7	625
Абердин-ангуська	198,6	276,9	118	78,3	664
Бельгійська блакитна	168,9	268,2	60	99,3	1655

Бугайці бельгійської блакитної породи характеризувалися інтенсивнішим ростом і за 60 днів вирощування та мали найвищі середньодобові прирости. Отримані досить високі середньодобові показники дали можливість за значно коротший термін відгодівлі отримати найвищий абсолютний приріст – 99,3 кг.

Порівнюючи результати трьох порід із однаковою тривалістю відгодівлі у господарстві, можна побачити, що найвищий абсолютний приріст живої маси був у бичків абердин-ангуської породи - це становило 259,7 кг за 172 днів відгодівлі.

Тварини лімузинської породи поступалися за даним показником на 12,9 кг, або на 4,9%, а симентали ще більше – на 33 кг, або на 12,7%. Найвищий середньодобовий приріст серед тварин симентальської, абердин-ангуської та лімузинської порід був у абердин-ангусів – 1510 г., що більше на 193 г (14,6%) за сименталів і на 76 г (5,3%) за лімузинів. Відповідно до цього, відносний приріст найвищий серед тварин абердин-ангуської породи - 81,6%. Лімузини в цьому відношенні поступилися абердин-ангусам на 2,8%, а симентали - на 9,1% (табл. 2).

Серед бичків, які належать до спеціалізованих м'ясних порід та відгодовуються в господарстві, найвищий середньодобовий приріст був зафіксований у тварин бельгійської блакитної породи. Головною метою на фермі для бичків цієї породи є досягнення живої маси в 300 кілограмів. Це давало перевагу у середньодобовому прирості порівняно з сименталами на 488 грамів, що становить 37,1%, з лімузинами на 371 г, що дорівнює 25,9%, та з абердин-ангусами на 295 г, або 19,5%.

Таблиця 2

Швидкість росту бичків в залежності від породи, 2022 рік

Порода	Абсолютний приріст живої маси, кг	Середньо-добовий приріст, г	Відносний приріст, %
Бельгійська блакитна	99,3±2,96	1805±53,8	45,1±1,35
Симентальська	226,7±1,13	1317±6,5	72,5±0,82
Абердин-ангуська	259,7±1,63	1510±9,4	81,6±0,61
Лімузин	246,8±2,90	1434±16,9	78,8±0,78

Отже, завдяки своїм біологічним особливостям, особливо наявності гену «подвійної мускулатури», який дозволяє швидко наростати масу з 4-6 тижневого віку, вирощування бельгійської блакитної породи для м'яса стає значно більш економічно вигідним. Перевага цих тварин над представниками інших м'ясних порід проявлялася наступним чином: над лімузинами – на 371 г, сименталами – на 488 г і над абердин-ангусами – на 295 г при використанні концентрованого типу годівлі.

Висновок. Бугайці бельгійської блакитної породи характеризувалися інтенсивнішим ростом і за 60 днів вирощування та мали найвищі середньодобові прирости. Отримані досить високі середньодобові показники дали можливість за значно коротший термін відгодівлі отримати найвищий абсолютний приріст – 99,3 кг. Порівнюючи результати трьох порід із

однаковою тривалістю відгодівлі у господарстві, можна побачити, що найвищий абсолютний приріст живої маси був у бичків абердин-ангуської породи - це становило 259,7 кг за 172 днів відгодівлі.

Список використаних джерел

1. Бондарчук Л. В. Сучасний стан популяції симентальської породи у племінних господарствах України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2016. Вип. 7(30). С. 46–50.
2. Козир В.С. Французькі м'ясні лімузини в степу України. *Розведення і генетика тварин*. 2018. Вип. 55. С. 76-82.
3. Козирь В. Вікова динаміка виходу продуктів забою абердин-ангуської худоби. *Тваринництво України*. 2015. № 1-2. С. 9-14.
4. Колісник О. І., Прудніков В. Г., Криворучко Ю. І., Нагорний С. А. Характеристика організаційно-технологічних умов при утриманні м'ясних корів абердин-ангуської породи в стійловий період без використання приміщень. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 1. С. 97-100.
5. Скоромна О.І., Гордій А.М., Голембівський С.О., Разанова О.П., Вікарчук Н. Ефективність розведення кросів бельгійської блакитної породи великої рогатої худоби в Україні. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2022. № 125. С. 184-193.
6. Скоромна О.І., Разанова О.П., Поліщук Т.В., Шевчук Т. В., Берник І.М., Супрун І. О., Довга О. О. Динаміка племінного м'ясного скотарства в Україні. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*. 2021. Вип. 1. С. 92-97.

Богдан ШЕЛЕСТ⁷,
студент 4-го курсу,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ ІНТЕНСИВНОСТІ РОСТУ РЕМОНТНИХ ТЕЛИЦЬ ГОЛШТИНСЬКОЇ ТА ДЖЕРСЕЙСЬКОЇ ПОРІД

Анотація. Встановлено, що прийнята технологія вирощування ремонтних телиць голштинської та джерсейської порід у ТОВ «Хмільницьке» ВП «Івча» забезпечує у 18 місяців живу масу відповідно $430 \pm 7,3$ та $322 \pm 8,2$ кг, що відповідає стандартам породи. При цьому найвища інтенсивність формування живої маси та напруги росту спостерігається у теличок у перші

⁷Науковий керівник: кандидат сільськогосподарських наук, доцент Галина Огороднічук.

періоди вирощування (0-3-6 та 3-6-9) місяців, що узгоджується із загальними закономірностями характерними для великої рогатої худоби. Ремонтні телиці голштинської породи порівняно з джерсейською мали підвищену інтенсивність росту на усіх періодах вирощування, що підтверджується не тільки абсолютними, середньодобовими та відносними приростами, але й показниками індексів формування живої маси.

Annotation. It was established that the adopted technology of rearing Holstein and Jersey breed repair heifers at "Khmilnytsky" LLC of the "Ivcha" PE provides a live weight of 430 ± 7.3 and 322 ± 8.2 kg, respectively, in 18 months, which meets the standards of the breed. At the same time, the highest intensity of live mass formation and growth tension is observed in heifers in the first growing periods (0-3-6 and 3-6-9) months, which is consistent with the general patterns characteristic of cattle. Repair heifers of the Holstein breed compared to the Jersey breed had increased growth intensity in all growing periods, which is confirmed not only by absolute, average daily and relative growth, but also by indicators of live mass formation indices.

Вступ. Рівень молочної продуктивності стада, в першу чергу залежить від системи вирощування ремонтного молодняка. Інтенсивність росту тварин в значній мірі визначає його живу масу у дорослому вигляді, а також розвиток основних органів, від формування яких залежить майбутня жива маса. У кожному господарстві існує специфічна система вирощування ремонтного молодняка, яка притаманна лише даному господарству. Це пов'язано в першу чергу з особливостями утримання та вирощування в різні вікові періоди і годівлею молодняка від народження і до моменту запліднення та отелення [1, 3].

Постембріональний розвиток тварин характеризується різною інтенсивністю росту різних тканин і органів в окремі вікові періоди та зміною співвідношень між ними.

Генетично запрограмована продуктивність може бути реалізована тільки за сприятливих умов вирощування тварин. Так, різні умови середовища, в яких знаходяться тварини у період їх росту і розвитку, можуть як сприяти формуванню високої продуктивності, так і пригнічувати її.

Збільшення маси організму в цілому нерозривно пов'язано з ростом окремих частин тіла, його лінійних промірів. Різним періодам онтогенезу тварин притаманні характерні риси інтенсивного росту тіла в довжину, товщину і висоту. Екстер'єр це зовнішній прояв типу конституції, а питання його вивчення вже довгий час пов'язують з вивченням продуктивних та біологічних особливостей організму. Він, як і інші фенотипові ознаки формується під впливом генотипу та умов вирощування тварини. Треба враховувати, що у тварин зовнішні форми тіла досить тісно пов'язані з типом продуктивності, тому оцінка показників лінійного росту та особливостей екстер'єру набувають особливого значення [2,5].

Метою наших досліджень було здійснити порівняльну оцінку

інтенсивності росту ремонтних телиць голштинської та джерсейської порід.

Виклад основного матеріалу. Дослідження із вивчення інтенсивності росту ремонтних телиць голштинської та джерсейської порід було проведено в умовах ТОВ «Хмільницьке» ВП «Івча» Вінницького району.

ТОВ «Хмільницьке» ВП «Івча» спеціалізується на вирощуванні нетелей. Основним завданням діяльності підприємства є одержання добре розвинених ремонтних телиць, з високим потенціалом продуктивності та здатності до відтворення. Досягнення цієї мети можливе насамперед при забезпеченні повноцінної раціональної годівлі, належних умов догляду і утримання молодняку від народження до запліднення.

Під час проведення порівняльної оцінки ремонтного молодняку великої рогатої худоби визначали динаміку живої маси теличок шляхом помісячного індивідуального зважування вранці до годівлі.

Результати середніх значень вважали статистично вірогідними при * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$.

Динаміка живої маси ремонтних телиць голштинської та джерсейської молочних порід, за весь період вирощування (від народження до 18 місячного віку) представлена у таблиці 1.

Таблиця 1

Динаміка живої маси ремонтних телиць голштинської та джерсейської молочних порід

Вік, міс	Телиці голштинської породи		Телиці джерсейської породи	
	Жива маса, Кг	Стандарт по породі	Жива маса, кг	Стандарт по породі
Новонароджені	33,5±4,8	32-35	25,2±1,7	18-23
3	107±4,7	106	71±2,1	75
6	185±9,3	175	128±5,3	140
9	250±17,4	234	179±7,5	188
12	312±8,4	288	228±4,3	235
15	372±8,8	338	276±8,9	280
18	430±7,3	385	322±8,2	325

Встановлено, що жива маса ремонтних телиць голштинської та джерсейської порід при народженні знаходиться в межах стандарту. Подібна тенденція спостерігається у всі вікові періоди за вирощування ремонтного молодняку голштинської породи. Що стосується динаміки росту телиць джерсейської породи відносно стандарту, то слід відмітити, що спостерігається незначне відставання молодняку у рості майже у всі вікові періоди. Але ця різниця майже вирівнюється у віці 15-18 місяців.

Така інтенсивність ремонтного молодняку, дозволяє здійснювати перше запліднення телиць голштинської породи у віці 15,5 місяців за живої маси 389 кг та телиць джерсейської породи у віці 17,8 місяців за живої маси 300 кг та вище.

Абсолютний приріст є показником інтенсивності росту, його використовують для контролю приростів живої маси. Крім того, за цими даними можна здійснювати корегування раціонів годівлі тварин. Інтенсивність абсолютного приросту ремонтних телиць голштинської та джерсейської молочних порід наведено в таблиці 2.

Одержані дані абсолютного приросту ремонтних телиць голштинської та джерсейської порід свідчать про підвищення швидкості росту до 6-ти місячного віку у тварин, а потім спостерігається незначний спад.

Так абсолютний приріст живої маси від народження до 18 місячного віку у телиць голштинської породи становить 396,5 кг, у телиць джерсейської породи 296,8 кг, що на 25,1% менше.

Таблиця 2

Інтенсивність абсолютного приросту ремонтних телиць голштинської та джерсейської молочних порід

Період вирощування, місяці	Жива маса на кінець періоду, кг		Абсолютний приріст, кг	
	Телиці голштинської Породи	Телиці джерсейської породи	Телиці голштинської породи	Телиці джерсейської породи
0-3	107±4,7	71±2,1	73,5	45,8
3-6	185±9,3	128±5,3	78	57
6-9	250±7,4	179±7,5	65	51
9-12	312±8,4	228±4,3	62	49
12-15	372±8,8	276±8,9	60	48
15-18	430±7,3	322±8,2	58	46

Показники середньодобових приростів ремонтних телиць голштинської та джерсейської порід представлена у таблиці 3.

Таблиця 3

Середньодобові прирости ремонтних телиць голштинської та джерсейської молочних порід

Періоди вирощування, місяці	Середньодобовий приріст, кг	
	Телиці голштинської породи	Телиці джерсейської Породи
0-3	816±37	508±35
3-6	866±64	633±54
6-9	722±45	566±47
9-12	689±74	544±75
12-15	666±35	533±63
15-18	644±69	511±87

За даними середньодобових приростів ремонтні телиці голштинської породи переважали своїх ровесниць джерсейської породи протягом усіх періодів вирощування. У середньому за період від народження до 18 місячного віку середньодобовий приріст у тварин голштинської породи становив 733 г, що на 25 % вище порівняно з джерсейським молодняком.

Відносний приріст характеризує енергію росту тварин, який з віком зменшується.

Показники енергії росту по усіх періодах вирощування ремонтних телиць представлені у таблиці 4.

Так, телички голштинської породи знову ж відрізнялися підвищеною енергією росту порівняно із своїми ровесницями джерсейської породи.

Енергія росту найвищою була у теличок обох порід від народження до 3-х місяців, потім почала знижуватися, що узгоджується з із загальними закономірностями характерними для великої рогатої худоби. У другому періоді (від 3-х до 6-ти місяців) вирощування інтенсивність росту теличок була менш інтенсивною порівняно з першим періодом (від народження до 3-х місяців), в цей період інтенсивно відбувається формування м'язової тканини, ріст основного скелету зумовлює збільшення живої маси ремонтного молодняку голштинської та джерсейської породи.

Зміни, що відбуваються в організмі сільськогосподарських тварин з віком, можна чітко описати за допомогою індексу формування живої маси (Δt), напруги росту (I_n) та рівномірності росту (I_p).

Таблиця 4

Характеристика енергії росту ремонтних телиць голштинської та джерсейської молочних порід

Періоди вирощування, місяці	Середня жива маса, кг		Енергія росту ремонтних телиць, %	
	Телиці голштинської породи	Телиці джерсейської породи	Телиці голштинської породи	Телиці джерсейської породи
0-3	107±4,7	71±2,1	219	191
3-6	185±9,3	128±5,3	72,8	80,0
6-9	250±7,4	179±7,5	35,1	39,8
9-12	312±8,4	228±4,3	24,8	27,3
12-15	372±8,8	276±8,9	19,2	21,0
15-18	430±7,3	322±8,2	15,6	16,6

Вказані індекси характеризують розвиток ремонтних телиць. (табл. 9). Оцінка росту і розвитку ремонтних телиць голштинської породи за індексами наведено у таблиці 5.

Ремонтні телиці голштинської породи відзначалися високим рівнем інтенсивності формування живої маси (від $0,513 \pm 0,070$ до $0,950 \pm 0,077$), індексу напруги (від $0,431 \pm 0,014$ до $0,754 \pm 0,015$) у періоди від народження до 9 місяців. Індекс рівномірності росту голштинської породи протягом усіх періодів вирощування був на рівні (від $0,407 \pm 0,048$ до $0,684 \pm 0,027$). Індексні показники інтенсивності росту підтверджують показники отриманні у результаті зважування.

Подібна тенденція показників індексів росту і розвитку відповідно періодів вирощування спостерігається у ремонтних теличок джерсейської

породи (таблиця 6). Знову ж таки найвищі показники індексів формування живої маси (від $0,240 \pm 0,053$ до $0,728 \pm 0,022$), індексу напруги (від $0,144 \pm 0,019$ до $0,415 \pm 0,014$) у періоди від народження до 9 місяців. Індекс рівномірності росту теличок джерсейської породи протягом усіх періодів вирощування був на рівні (від $0,330 \pm 0,044$ до $0,512 \pm 0,068$).

Таблиця 5

Оцінка росту і розвитку ремонтних телиць голштинської породи за індексами, $\bar{X} \pm S_x$

Періоди, місяці	Показники інтенсивності росту		
	інтенсивність формування живої маси (Δt)	індекс напруги росту (I_n)	Індекс рівномірності росту (I_p)
0-3-6	$0,513 \pm 0,070$	$0,431 \pm 0,014$	$0,555 \pm 0,032$
3-6-9	$0,950 \pm 0,077$	$0,754 \pm 0,015$	$0,407 \pm 0,048$
6-9-12	$0,030 \pm 0,032$	$0,021 \pm 0,012$	$0,684 \pm 0,027$
9-12-15	$0,050 \pm 0,042$	$0,034 \pm 0,018$	$0,644 \pm 0,038$
12-15-18	$0,031 \pm 0,066$	$0,020 \pm 0,011$	$0,635 \pm 0,021$

Таблиця 6

Оцінка росту і розвитку ремонтних телиць джерсейської породи за індексами, $\bar{X} \pm S_x$

Періоди, місяці	Показники інтенсивності росту		
	інтенсивність формування живої маси (Δt)	індекс напруги росту (I_n)	Індекс рівномірності росту (I_p)
0-3-6	$0,728 \pm 0,022$	$0,415 \pm 0,014$	$0,330 \pm 0,044$
3-6-9	$0,240 \pm 0,053$	$0,144 \pm 0,019$	$0,483 \pm 0,065$
6-9-12	$0,092 \pm 0,014$	$0,051 \pm 0,033$	$0,508 \pm 0,054$
9-12-15	$0,050 \pm 0,031$	$0,026 \pm 0,027$	$0,512 \pm 0,068$
12-15-18	$0,034 \pm 0,033$	$0,018 \pm 0,022$	$0,504 \pm 0,027$

Висновки. 1 Прийнята технологія вирощування ремонтних телиць голштинської та джерсейської порід у ТОВ «Хмільницьке» ВП «Івча» забезпечує у 18 місяців живу масу відповідно $430 \pm 7,3$ та $322 \pm 8,2$ кг, що відповідає стандартам породи.

2. Найвища інтенсивність формування живої маси та напруги росту спостерігається у теличок із загальними закономірностями характерними для великої рогатої худоби.

3. У цілому слід відмітити, що ремонтні телиці голштинської породи мали підвищену інтенсивність росту на усіх періодах вирощування порівняно з джерсейською, що підтверджується показниками індексів формування живої маси.

Список використаних джерел

1. Зубець М. В., Сірацький Й. З., Данилків Я. Н. Вирощування ремонтних телиць. К.: Урожай, 1993. 136 с.

2. Ладика В. І., Хмельничий С. Л. Оцінка росту ремонтних телиць Сумського внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи за промірами та приростами живої маси у віковій динаміці. Сумського

НАУ. Серія «Тваринництво». Вип. 5/1 (31). - 2017. - С. 3-8.

3. Підпала Т. В., Ясевін С. Є., Дровняк О. В. Інтенсивне вирощування ремонтного молодняка молочної худоби. Сучасні проблеми селекції, розведення та гігієни тварин. Збірник наукових праць ВНАУ. 2011. № 11 (51), С.117-120.

4. Скоромна О.І., Разанова О.П., Поліщук Т.В., Шевчук Т. В., Паладійчук О.Р., Берник І.М. Розробка науково обґрунтованих заходів підвищення продуктивності корів молочного напрямку та покращення якості сировини за рахунок інновацій та досліджень в умовах виробництва: Монографія. ВНАУ, 2020. 174 с

5. Хмельничий Л. М. Оцінка росту і розвитку телиць української червоно-рябої молочної породи при використанні вагових та лінійних параметрів. Вісник Сумського НАУ. Серія «Тваринництво». Вип. 12 (21). 2012. С. 18-21.

Ігор СПЛОДИТЕЛЬ⁸,
студент 3-го курсу,
факультету технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ СТИМУЛЮЮЧОЇ ПІДГОДІВЛІ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ БДЖОЛИНИХ СІМЕЙ

***Анотація.** У статті проведено огляд сучасних підходів до стимулюючої підгодівлі бджіл, включаючи застосування цукрового сиропу, натуральних та кормових добавок. Здійснено аналіз результатів експериментів, що досліджують вплив цих методів на розвиток бджолиних сімей, а також і загальну продуктивність.*

***Annotation.** The article reviews modern approaches to stimulating feeding of bees, including the use of sugar syrup, natural and feed additives. An analysis of the results of experiments investigating the influence of these methods on the development of bee colonies, as well as general productivity, was carried out.*

Вступ. Втрати бджолиних сімей, про які повідомляється в усьому світі, пов'язані з негативним впливом різних стрес-факторів, які взаємодіють і можуть діяти синергетично. Доступність до джерела корму відіграють важливу роль у регуляції фізіологічних процесів, серед яких вирощування та розвиток розплоду, виживання бджіл взимку [1].

Останніми роками у бджільництві все ширше використовують стимулюючі підгодівлі, які дають можливо керувати розвитком бджолиних

⁸Науковий керівник: кандидат сільськогосподарських наук, доцент Олена Разанова.

сімей, відкриваючи цим перспективи підвищення їх продуктивності. Фізіологічну стимуляцію організму вважають одним із дієвих заходів підвищення продуктивності бджолиних сімей.

Використання стимулюючої підгодівлі різного походження можуть компенсувати нестачу важливих речовин, необхідних для бджіл, і сприяти підвищенню їх продуктивності. Вивчення впливу стимулюючої підгодівлі на медоносних бджіл має значення також в раціоналізації їх утримання.

Введення стимулюючої підгодівлі є одним зі способів підвищення продуктивності бджіл. Ця практика відбувається у наданні бджолам додаткової підгодівлі, що зазвичай, проводиться під час нестачі корму у бджолиних гніздах. Підгодівля може значно покращити загальний стан сімей і збільшити виробництво меду та інших продуктів бджільництва. Така підгодівля особливо важлива у ранній весняний та пізній осінній періоди, коли природний доступ до медоносів обмежений. Недостатнє надходження корму може призвести до ослаблення бджолиних сімей та знизити репродуктивну функцію матки. Стимулююча підгодівля сприяє активному розвитку бджолиних сімей, збільшує кількість личинок та покращується їх розвиток, а також збільшується виробництво продукції бджільництва.

Існують різні типи стимулюючої підгодівлі, включаючи цукровий сироп. У НДІ бджільництва проводились порівняльні випробування цукрово-молочної підгодівлі у період підготовки бджіл до медозбору. За згодовування, у період нарощування сили сімей, цукрового сиропу з 10 % незбираного молока виробництво меду підвищилось на 15 %, вирощено бджолами більше розплоду на 9 %. Спостерігається підвищення кількості вирощених маток за введення у підгодівельну суміш молока мікроелемента кобальту. Сім'ї, які отримували цю підгодівлю, дали маток на 36 % більше [2]. Виявлено, що підгодівля бджіл цукровим сиропом з додаванням сірчаноокислого кобальту збільшує кількість розплоду в сім'ях навесні на 12 %, восени – на 36 % [3].

Результати досліджень [4] переконливо показують, що білкова підгодівля ранньою весною (квітень-перша половина травня) позитивно позначається на кількості вирощеного розплоду. У даний період надходження бджолиного обніжжя обмежується через несприятливі погодні умови та малої кількості у природі квітучих пилконосів. Що ж стосується періоду травня місяця, то він може бути охарактеризований як початок головного медозбору з білої акації та період цвітіння більшості медоносів і пилконосів. Саме в цей період кількість запечатного розплоду у всіх у сім'ях зрівнюються. Бджолині сім'ї, що отримували білковий корм протягом весняно-літнього періоду, не припиняють розвиток і не переходять у ройовий стан.

Проведення стимулюючих підгодівель має велике значення для практичного бджільництва, так як роїння бджолиних сімей зменшує виробництво продукції.

Виклад основного матеріалу. Сучасні дослідження науковців Вінницького національного аграрного університету демонструють [5]

ефективність використання стимулюючих підгодівель з комплексними добавками на розвиток бджолиних сімей та продуктивність маток. Вони у дослідженнях проводили підгодівлю цукровим сиропом з антивіром та стимовітом. Використання цих препаратів сприяло інтенсивному нарощуванню сили сімей перед зимівлею. Через 14 днів від початку стимулюючої підгодівлі збільшення сили сімей у дослідних групах було незначним (до 2,7 %), на третю дату обліку у другій групі – на 8,8 %, третій – на 10,5 %.

Підгодівля бджіл препаратами антивір і стимовіт з цукровим сиропом стимулювала маток до інтенсивнішого відкладання яєць. Бджолині сім'ї дослідних груп на другу дату обліку виростили більше запечатаного розплоду у другій групі на 4,6 % та третій – на 9,1 %, на третю дату – на 8,0 та 11,6 % відповідно. Усього за два облікові періоди у другій групі виростили на 5,3 %, третій – на 9,6 % більше розплоду. Найкращі показники виявилися у третій групі при підгодівлі бджіл стимовітом, підвищення відкладання яєць маткою та відповідно вирощеного розплоду було на 3,3 % порівняно з антивіром (табл.1).

Таблиця 1

Вплив стимулюючої підгодівлі в осінній період на стан бджолиних сімей [5]

	Група бджолиних сімей		
	1-контрольна (чистий цукровий сироп)	2-дослідна (цукровий сироп+антивір)	3- дослідна (цукровий сироп+стимовіт)
15.08			
Сила сімей, вуличок	7,8±0,32	7,8±0,44	7,8±0,31
Вирощено запечатаного розплоду, шт. комірок	63,1±3,24	63,6±5,48	63,2±5,61
Виробництво меду, кг	19,7±2,34	19,4±1,80	19,5±1,53
Заготовлено перги, шт. комірок	46,0±2,13	45,2±2,05	43,4±3,01
28.08			
Сила сімей, вуличок	7,3±0,22	7,5±0,17	7,5±0,45
Вирощено запечатаного розплоду, шт. комірок	39,4±2,67	41,2±3,07	43,0± 1,03
Виробництво меду, кг	20,8±2,34	29,4± 1,87	28,8±0,56
Заготовлено перги, шт. комірок	44,1 ±2,07	47,6±4,68	39,6±6,07
10.09			
Сила сімей, вуличок	5,7±0,08	6,2±0,16	6,3±0,24
Вирощено запечатаного розплоду, шт. комірок	11,2±0,24	12,1±0,60	12,5±0,31
Виробництво меду, кг	17,8±0,82	19,2±0,94	20,1±0,56
Заготовлено перги, шт. комірок	44,2± 1,68	41,4±2,51	31,6±2,50

За результатами наукових досліджень Недашівського В.М. [6] доведено ефективність використання в стимулюючій підгодівлі бджіл соєвого пептону, одержаного внаслідок штучного розщеплення ферментами білка соєвого

борошна.

Доведено, що підгодівля бджіл соєвим пептоном у складі цукрової пудри підвищує вирошування розплоду на 44,2 %, тривалість життя в умовах ізолятора – на 29,4 %; кількість протеїну в лялечках бджіл – на 11,9 %.

Експериментальні дослідження кормової добавки Кобацин довели його позитивний вплив на розвиток бджолиних сімей [7]. Застосування добавки в дозі 2,5г./500 мл цукрового розчину 5 разів з інтервалом у 5 днів впливає на збільшення розплоду в бджолиних сім'ях на 76,0%, маси бджолиних маток – на 2,23% вища.

У кінці активного сезону такі сім'ї були сильнішими, бджоли вигодували більше запечатаного розплоду та бджолиних маток (табл.2).

Бджоли у сім'ях, яким згодовували у складі стимулюючої підгодівлі Кобацин виростили розплоду на 24,58% більше.

Таблиця 2

Розвиток бджолиних сімей під час періоду підгодівлі з додаванням кормової добавки «Кобацин» [7]

Періоди звітності	Група	Сила сімей, кг	Заготовлено перги, см ²	Кількість запечатаного розплоду, комірок	Маса бджолиних маток, г
01.05	контрольна	1,02±0,02	102,5±22,50	3570±301,86	268,8±7,53
	дослідна	1,05±0,03	90,0± 14,53	3600±203,85	273,2±4,78
13.05	контрольна	1,42±0,09	195,0±25,77	6080±614,06	269,6±7,66
	дослідна	1,40±0,11	127,5±25,94	6790±685,48	276,2±4,94
25.05	контрольна	1,65±0,08	220,0±42,13	10020±651,63	271,4±7,60
	дослідна	1,75±0,08	227,5±63,62	12040±565,66	281,8±5,51
06.06	контрольна	1,92±4:0,11	247,5±58,86	12400±834,80	271,6±7,36
	дослідна	1,97±0,10	327,5± 107,27	15210±652,25*	283,6±4,68

Висновки. Стимулююча підгодівля є важливим інструментом в апікультурі для підвищення продуктивності бджолиних сімей. Вона сприяє активному розвитку сімей, збільшенню народжуваності та підвищенню збору меду та іншої продукції.

Проведений аналіз досліджень підтвердили доцільність стимулюючих підгодівель. Пропонований спосіб простий та ефективний і може бути рекомендований пасічникам для нарощування бджіл навесні при підготовці до медозбору.

Список використаних джерел

1. Stanimirović Z., Glavinić U., Ristanić M., Aleksić N., Jovanović N., Vejnović B., Stevanović J. Looking for the causes of and solutions to the issue of honey bee colony losses Acta Vet.-Belgrade, 2019. № 69. P. 1
2. Keeling, Ch. I., Slessor K. N., Higo H. A., Winston M. L. New components of the honey bee (*Apis mellifera* L.) queen retinue pheromone. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2003. № 8. P. 4486.
3. Porrini C. Honey bees and bee products as monitors of the environmental

contamination. *Apiacta*. 2003. Vol.38. P. 63–70.

4. Міщенко О.А., Литвиненко О.М., Боднарчук Г.Л., Лриворучко Д.І., Афара К.Д. Забезпечення потреб бджолої сім'ї в білковому кормі. *Бджільництво України*. 2023. № 1(9). С. 79-82.

5. Разанова О.П., Голубенко Т.Л., Скоромна О.І. Шляхи підвищення конкурентоспроможності галузі бджільництва у контексті євроінтеграційних процесів : монографія. Видавництво ТОВ «Друк», 2023. 279 с.

6. Разанов С.Ф., Недашківський В.М., Мельник В.О. Ефективність білкової підгодівлі бджолиних сімей за нарощування їх сили до запилення озимого ріпаку. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2020. № 1. С. 105-110.

7. Кісіль Д.О. Вплив препарату «Кобацин» на продуктивні показники бджолиних сімей. *Ветеринарна біотехнологія*. 2018. Вип. 32(1). С. 352-357.

Ярослав ГУДАК⁹,
студент 4-го курсу,
Факультету технології виробництва і
переробки продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ ПОРОДИ НА ФОРМУВАННЯ М'ЯСНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ КРОЛІВ

Анотація. У статті висвітлено питання формування м'ясної продуктивності кролів залежно від породи. Спеціалізовані м'ясні породи кролів мають вищу продуктивність за живою масою та забійний вихід.

Annotation. The article covers the question of the formation of meat productivity of rabbits depending on the breed. Specialized meat breeds of rabbits have higher productivity in terms of live weight and slaughter yield.

Вступ. Однією з прибуткових та перспективних галузей в Україні останніми є кролівництво. Правильний догляд за тваринами та годівля у відповідності до вікового періоду дозволяє отримувати стрімкий набір ваги серед молодняку, дієтичне м'ясо, хутрову сировину за мінімальних фінансових та фізичних витрат [2, 4]. Останнім часом на українському споживчому ринку помітно зростає попит на кролятину. Завдяки новим науковим роботам у цій сфері м'ясовиробництва трансформується на краще розуміння людей про кролятину як особливий вид м'яса, рекомендований багатьма вченими для дітей, а також для спортивного та геродієтичного харчування. Популярність кролятини пов'язана насамперед із загальносвітовою тенденцією: зростає

⁹Науковий керівник: к.с.-г.н, доцент Разанова О.П.

інтерес до здорового харчування. М'ясо кроляче як дієтичне вписується в нову концепцію здорового способу життя. Крім того, проблеми з екологією, які часто обертаються алергією, зумовили попит на дієтичне харчування з використанням кролятини.

У світі існує близько 200 порід кролів. У кролівництві вирощують тварин залежно від напрямку продуктивності: м'ясні, хутрові (шкуркові), м'ясо-шкуркові, пухові, декоративні. До м'ясних кролів належать породи: шампань, фландр, новозеландський, шиншила, білий велетень, сірий велетень, каліфорнійський кріль. Кролівництво в Україні представлено великою кількістю порід. Переважно це імпорتنі породи; 45% від усього поголів'я припадає на новозеландську білу та каліфорнійську породу, які відносяться до спеціалізованого м'ясного напрямку порід кролів.

В Україні розведенням займаються лише дві вітчизняні породи кролів: полтавське срібло та сірий велетень, обидві належать до м'ясошкуркового типу. Породи цього типу поступово втрачають свою привабливість, не лише через зниження ціни на шкурки. Однак проблема полягає в тому, що у кролів відбувається сезонна линька. Повний цикл линьки триває 145 днів, тоді як забій для бройлерного вирощування кролів, яке застосовується у всіх промислових господарствах, проводиться за 75-80 днів, а в присадибних у 90-100 днів [2].

М'ясна продуктивність кролів залежить від різних факторів: спрямованість племінної роботи, метод розведення, інтенсивність і тривалість відгодівлі, умови утримання, вік забою та інші. Проте найбільше значення відіграє саме порода [1].

Найвищу м'ясну продуктивність мають спеціальні м'ясні породи кролів. Найвищими м'ясними показниками відзначаються такі породи, як новозеландська біла, каліфорнійська та срібляста. Вони вирізняються швидкістю росту в молодому віці, що стимулює в подальшому набирання вищої живої ваги. Молодняк досягає 2,0 кг живої маси протягом 60 днів та 3,0 кг за 90 днів.

Для підвищення м'ясної продуктивності кролів застосовуються різноманітні методи. Збільшення м'ясної продуктивності кролів можна досягти шляхом використання гетерозису у процесі промислового схрещування. Помісні тварини, за рівнем продуктивності та інтенсивності росту, перевищують вихідні породи на 10-12%. Найбільш поширеним вважається застосування промислового та міжлінійного схрещування. Проте, потрібно враховувати особливості кожної породи при кожному типі схрещування. Так, новозеландська біла й каліфорнійська добре поєднуються при промисловому схрещуванні з тваринами м'ясо-шкуркового напрямку продуктивності. Як результат, такий молодняк вирізняється інтенсивністю росту, живою масою та забійним виходом.

Для збереження ефекту гетерозису в наступних поколіннях використовується перемінне схрещування. Дослідження показують, що трьопородні помісні кроленята, залежно від поєднання порід, випереджають чистопородних за енергією росту на 7-19%. Останнім часом для підвищення

продуктивності використовують міжлінійні гібриди. За допомогою складної програми, що базується на декількох породах, лініях та кросах, виводять спеціалізовані лінії для батьківської та материнської форм. Схрещування цих ліній призводить до отримання гібридів, де інтенсивність росту, успадкована від батька, виявляється завдяки молочності матері. Ефект гетерозису дозволяє досягти зростання продуктивності самок на 20-25% щорічно.

Бойко О. В., Гончар О. Ф., Гавриш О. М., Шевченко Є. А. [1] досліджували м'ясну продуктивність і міжпородний поліморфізм кролів вітчизняної та зарубіжної селекції. Учені отримали найбільшу м'ясну продуктивність в умовах промислового розведення від кролів спеціалізованих м'ясних порід, а саме вітчизняної селекції.

Виклад основного матеріалу. Молодняк кролів різного віку зарубіжної селекції мали вищу живу масу ніж молодняк кролів породи полтавське срібло. Індекс збитості підтверджує, що кролі м'ясного напрямку зарубіжної селекції порід новозеландська біла та каліфорнійська мають вищу м'ясну продуктивність.

Порівнюючи основні показники трьох порід за живою масою, лінійними промірами, та показниками м'ясності, виявлено кращі результати у породи «Новозеландська біла» (табл. 1).

Таблиця 1

Продуктивні показники кролів різних порід

Показники	Порода кролів		
	Новозеландська біла	Каліфорнійська	Полтавське срібло
Жива маса, г	2850±140,2	2730±120	2580±132,7
Пряма довжина тулуба, см	51,5±0,5	52,5±0,8	54,1±0,5
Обхват тулуба, см	34,15±0,9	31,5±0,1	31,15±0,11
Коса довжина тулуба, см	26,4±0,8	24,3±0,9	27,6±0,15
Ширина попереку, см	22,9±0,38	21,3±0,24	21,5±0,3
Індекс збитості, %	66,3±1,97	62,2±2,13	56,2±1,78
Забійний вихід м'яса, %	62,1±1,28	64,3±2,13	56,7±2,37

Жива маса у новозеландської породи вища на 10,4% порівняно з полтавське срібло, каліфорнійською – на 4,4%. Пряма довжина тулуба в породи полтавське срібло більша, ніж у каліфорнійської, на 3,04%, новозеландської – на 5,0%. Забійний вихід у кролів каліфорнійської породи на 14,4% перевищує полтавське срібло і на 3,5% новозеландську.

Висновки. Для отримання більшої кількості кролятини краще вирощувати в господарствах кролів зарубіжної селекції.

Список використаних джерел

1. Бойко О. В., Гончар О. Ф., Гавриш О. М., Шевченко Є. А. М'ясна продуктивність і міжпородний поліморфізм кролів вітчизняної та зарубіжної селекції. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2017. Т.21. С. 243 – 247.

2. Гончар О.Ф., Бойко О.В., Гавриш О.М. Аналіз стану галузі кролівництва в Україні. Ефективне кролівництво і звірівництво. 2020. № 6. С. 47-58.

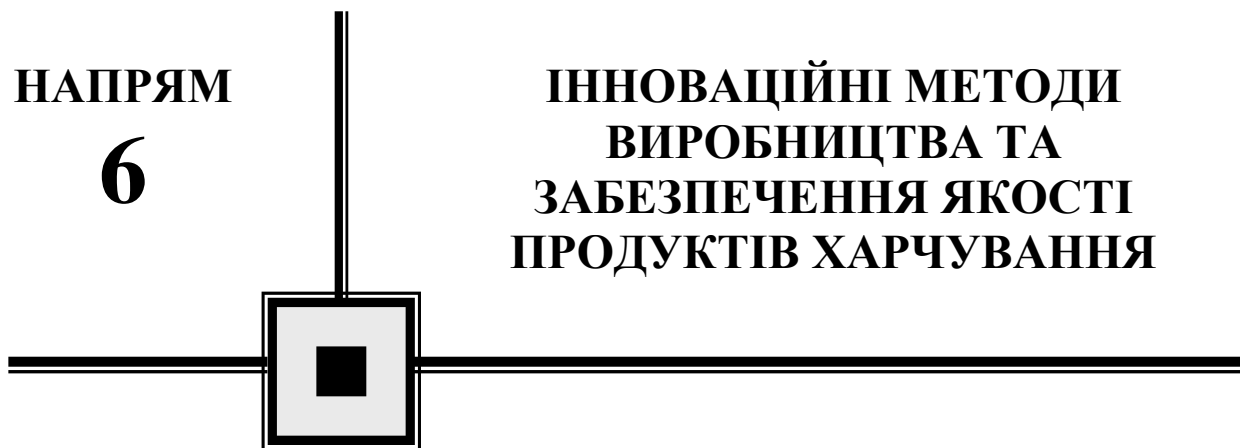
3. Огороднічук Г.М. Ефективність використання добавок мікробіологічного походження при вирощуванні кролів : монографія. Вінниця: РВВ ВНАУ. Видавець: ТОВ «Друк». 2022. 196 с.

4. Ohorodnichuk G.M., Tsyganchu O.V., Holubenko T.L., Skoromna O.I., Pikula O.A., Solomon A.M. Productive parameters of rabbits fed with additives containing lactic and succinic acid, amino acid and vitamins. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2023. Vol. 14(2). P. 220-224.

НАПРЯМ

6

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ
ВИРОБНИЦТВА ТА
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ
ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ



Марина ГРИНЕВИЧ¹,
студентка 4-го курсу,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА ФРАНЦУЗЬКИХ СИРІВ КАМЕМБЕР
ТА БРІ

***Анотація.** Бри та камамбер - сири з білою пліснявою. На перший погляд сири ідентичні: усі французькі, з цвіллю, схожі на смак. Однак між ними все ж є деякі відмінності. Розглянемо ці сири детальніше.*

***Annotation.** Brie and Camembert are cheeses with white mold. At first glance, the cheeses are identical: all French, with mold, taste similar. However, there are still some differences between them. Let's consider these cheeses in more detail.*

Вступ. Сир камамбер характеризується високим вмістом незамінних амінокислот. Таким чином, він відновлює сили тим, хто перебуває під постійним навантаженням і стресом. До складу також входять фосфор і калій, що виправдовує його споживання при переломах кінцівок і інших травмах, артрозах і артритих. Позитивно впливає на нервову систему, а також на стан зубної емалі. Цей продукт рекомендований для підлітків, оскільки їх організм активно розвивається. Крім того, вживання сиру камамбер не заборонено при непереносимості лактози, так як вміст цієї речовини вкрай низький. Бри також має значні та переваги для здоров'я. Він багатий фосфором і калієм, які корисні для кісткової системи. Слід також зазначити, що він багатий вітаміном А.

В основу дослідження покладено припущення, щодо походження та технології виробництва твердих сирів в зв'язку з їх унікальним біохімічним складом, здатним активно впливати на обмінні процеси в організмі,

¹Науковий керівник: доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Алла Соломон.

попереджати або відновлювати їх порушення.

Виклад основного матеріалу. Цінність кисломолочних продуктів у функціональному харчуванні обумовлюється насамперед унікальним складом мікрофлори, харчовою і біологічною цінністю продуктів [1, 2].

Кисломолочні продукти містять живі мікроорганізми, в тому числі пробіотики, які в організмі людини створюють несприятливі умови для розвитку патогенної мікрофлори.

Молочнокислі бактерії пригнічують розвиток і ріст хвороботворних та гнилісних мікроорганізмів, що містяться в кишківнику людини, отруюючи організм продуктами гниття та бродіння. Кишківник при цьому не може виконувати одну із своїх основних функцій – бар'єру для чужорідних мікробів і токсичних речовин. Поступово самоотруєння організму може порушувати роботу печінки і нирок, сприяти завчасному старінню та розвитку вікових захворювань. Кисломолочні продукти відновлюють нормальну мікрофлору кишківника при дисбактеріозах та дисбіозах, сприяючи нормалізації біохімічних реакцій та фізіологічних функцій організму. Крім того, кисломолочні продукти виконують функції забезпечення організму необхідними поживними речовинами і корисними біологічно активними продуктами метаболізму молочнокислих бактерій (вітамінами, амінокислотами, пептидами та ін. речовинами).

Асортимент продукції вражає своїм різноманіттям: молоко, сметана, йогурт, кефір, ряжанка, закваска, молочна сироватка, сир. Жителі Вінницької та сусідніх областей можуть гідно оцінити їх високу якість (у зв'язку з використанням натуральних компонентів молочна продукція, маючи недовгий термін зберігання, реалізується тільки на території Вінницької та сусідніх областей) [2].

Імунітет на 90% залежить від роботи шлунково-кишкового тракту. Користь і перевага кисломолочних продуктів полягає в тому, що вони володіють незамінною функцією регулювання мікрофлори кишечника. Сметана забезпечує легкість засвоєння тваринних жирів і знижує рівень холестерину в крові [3].

Молочні продукти - це джерело життя, енергії, краси і здоров'я.

Брі та камамбер виглядають схожими, їх часто подають подібним чином і вони навіть мають схожий рецепт. І брі, і камамбер є сирами з коров'ячого молока, хоча вони мають більш високий вміст жиру. У брі (але не в камамбер) додають вершки, що надає йому більш високого вмісту молочного жиру та кремової текстури. Ви також можете знайти крем-брі, дуже м'який та неймовірно смачний. Є тонкі відмінності між цими двома сирами. Ось що вам потрібно про них знати [4].

Сир камамбер характеризується високим вмістом незамінних амінокислот. Таким чином, він відновлює сили тим, хто перебуває під постійним навантаженням і стресом. До складу також входять фосфор і калій, що виправдовує його споживання при переломах кінцівок і інших травмах, артрозах і артритях. Позитивно впливає на нервову систему, а також на стан

зубної емалі. Цей продукт рекомендований для підлітків, оскільки їх організм активно розвивається [5].

Таблиця 1

Порівняльна таблиця сирів брі та камамбер

Походження	Перші згадки про брі датуються 8 століттям нашої ери, тоді як камамбер був вперше виготовлений у 18 столітті. Оригінальний брі виробляється в Ль-де-Франс, а камамберу Нормандії.
Технологія виробництва	На відміну від камамбера, до брі під час виробництва додають вершки. В результаті брі містить 60% молочного жиру, тоді як камамбер-лише 45%. Крім того, камамбер має більш виражений смак і аромат.
Вигляд зовні	Діаметр сирних кілець варіюється. Найчастіше брі формують у великі круглі "торти" діаметром до 60 см або в невеликі головки діаметром до 12 см. Камамбер, навпаки, виготовляється тільки в невеликих головках діаметром 12 см і вагою близько 250 г.
Вигляд зсередини	Брі зазвичай білуватий всередині, в той час як камамбер має темно-жовтий колір. Існують також відмінності в текстурі: брі зазвичай щільніший, ніж камамбер.
Смак та запах	Камамбер має пряний, злегка грибний смак. Смак молодого брі дуже м'який і ніжний, але в міру дозрівання він стає гострішим. Аромат цього сиру тонкий і елегантний, з відтінками лісових горіхів.
Подача сиру	Брі-один з найбільш "універсальних" французьких сирів, адже він чудово поєднується як з урочистостями, так і зі звичайними обідами. Брі найкраще подавати кімнатної температури. Охолоджений камамбер легше ріжеться, оскільки його в'язкість рідка. У Франції цей сир зазвичай подають з теплим хрустким багетом.

Вживання сиру камамбер не заборонено при непереносимості лактози, так як вміст цієї речовини вкрай низький. Брі також має значні переваги для здоров'я. Він багатий фосфором і калієм, які корисні для кісткової системи. Слід також зазначити, що він багатий вітаміном А. Відомо, що він покращує стан шкіри за рахунок синтезу колагену та покращує зір. Вітаміни групи В нормалізують стан нервової та серцево-судинної системи, справляються з безсонням і заряджають енергією. Існує навіть гіпотеза, що регулярне вживання продукту в їжу може запобігти появі карієсу і посилити здатність шкіри захищатися від надмірного ультрафіолетового опромінення. Відсутність лактози також дозволяє вживати Брі, не турбуючись про алергію.

Незважаючи на численні переваги та дивовижні смаки цих сирів, навколо них виросло багато страшних міфів. Ці міфи засновані на тому, що цвіль шкідлива для здоров'я. Якщо говорити про *Geotrichum candidum* і *Penicillium carmentis* на сирі, то це абсолютно безпідставно. Багатовіковий досвід французів показав, що брі і камамбер можна їсти всім і в необмежених (розумних) кількостях [6].

А як їсти ці сири?

Камамбер часто поєднують з волоським горіхом, фруктами та злегка кислими джемами (малина). Серед алкогольних напоїв професіонали рекомендують вибирати червоне вино із фруктовими нотами, шампанське або сидр з сиром. Незважаючи на певні переваги продукту, сир можна

використовувати як у підсмажених бутербродах, так і як складову частину пирогів чи млинців. Розтоплений продукт часто використовують для приготування фондю, умочуючи в густу масу скибочки фруктів або тостів.

Брі також поєднується з горіхами, фруктами і свіжими багетами. Його часто подають з інжировим варенням, медом або навіть ягідними прохолодними напоями. Готуючи сирну тарілку, можна додати мигдаль або інші зацукровані горіхи, а також хрусткі сухарики. Основним напоєм до Брі є шампанське. Також підійдуть сухі білі, червоні вина, сидр і навіть пиво [7].

Висновок. Брі та камамбер – це м'які та ніжні сири, які покриті білою пліснявою; різні за смаком та запахом; надзвичайно смачні та корисні; є окрасою будь-якої сирної тарілки і смакують з шампанськими, червоними, білими винами та сидром. А який сир кому до смаку, вибирайте самі.

Список використаних джерел

1. Соломон А. М., Бондар М. М. Fermented desserts of functional purpose using vegetables. *Збірник наукових праць «Аграрна наука та харчові технології»*. 2018. № 3 (102). С. 168–179.
2. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Обґрунтування складу ферментованих продуктів з використанням рослинних наповнювачів. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3 (110). С. 126–134
3. ДСТУ 6003:2008 Сири тверді. Загальні технічні умови.
4. Solomon A., Bondar M., Dyakonova A. Development of technological sour – milkdessert senriched with bifidobacteria. *«EUREKAL life Sciences»*. Tallinn, 2019. №2. P. 20–26.
5. Боднарчук О.В., Шульга Н.М., Кігель Н.Ф. Особливості функціонування заквашувальної мікрофлори під час виробництва сирів швейцарської групи. *Молочна промисловість*. 2004. №4. с. 29-31.
6. Бондар М.М., Соломон А.М. Заквашувальні культури у молочній промисловості. *Збірник наукових праць «Аграрна наука та харчові технології»*. 2017. В. 5 (99). Т. 1. с.128-135.
7. Власенко І.Г., Соломон А.М., Мартинюк О.М Проблеми якості продуктів пробіотичного призначення. *Наук. Вісник ЛНАВМ ім. С.З. Гжицького*. Львів: ЛНАВМ ім. С.З. Гжицького, 2007. Т. 9. Ч. 2. № 2 (33). с. 119-123.

Віка ПАВЛЮК²,
студентка 4-го року навчання,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ТРАДИЦІЙНІ КИСЛОМОЛОЧНІ ПРОДУКТИ

***Анотація.** Кисломолочні продукти розглядаються як основа здорового харчування людини, сприяючи збереженню здоров'я, попередженню ряду захворювань і збільшенню тривалості життя. Головне завдання кисломолочних продуктів в тому, що це «живі продукти». Вони містять молочнокислі бактерії, які пригнічують ріст і розвиток хвороботворних і гнильних мікроорганізмів. Поряд зі сприятливим впливом на нормальну мікрофлору кишківника, кисломолочні продукти виконують функції забезпечення організму необхідними поживними речовинами і корисними біологічно активними продуктами.*

***Annotation.** Currently, fermented milk products are considered as the basis for a healthy human diet, contributing to the preservation of health, the prevention of a number of diseases and an increase in life expectancy. The main task of fermented milk products is that they are “live products”. They contain lactic acid bacteria that inhibit the growth and development of pathogens and putrefactive microorganisms. Along with a beneficial effect on the normal intestinal microflora, fermented milk products perform the functions of providing the body with the necessary nutrients and useful biologically active products.*

Вступ. При визначенні функціональності традиційних продуктів основна проблема полягає саме в багатокомпонентності мікрофлори.

Аналізуючи найрізноманітніші літературні джерела, як сучасні, так і що відносяться до більш ранніх років можна відзначити, що інтерес до традиційних кисломолочних продуктів був і залишається досить значним.

Головні завдання досліджень в цій області – отримати промислові продукти, що відповідають за якістю і властивостями продуктів домашнього походження і пояснити лікувальні, або з урахуванням сучасної термінології, функціональні властивості, історично приписувані будь-якому традиційному кисломолочному напою.

Використання багатоштамових заквасок в технології кисломолочних продуктів широко застосовується вже не одним поколінням фахівців молочної промисловості.

Метою даної роботи є наукове обґрунтування кисломолочного напою змішаного бродіння з підвищеною біологічною цінністю і стабільною якістю на

²Науковий керівник: доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Алла СОЛОМОН.

основі традиційних кисломолочних продуктів.

Виклад основного матеріалу. Нові види кисломолочних продуктів так само, як правило, конструюються з використанням багатокомпонентних заквасок, до складу яких включені мікроорганізми, що утворюють симбіози або консорціуми при спільному розвитку [4]. Це дозволяє отримати кисломолочний продукт зі зниженою кислотністю, але володіє пробіотичними характеристиками.

Сприятливий вплив дріжджів на функціональну цінність кисломолочних та інших харчових продуктів відомо досить давно [1]. Дріжджі підвищують харчову цінність продуктів, синтезуючи ряд вітамінів, особливо аскорбінову кислоту і вітаміни групи В, ряд штамів, вже визначених як пробіотики, підвищують загальну прохідність шлунково-кишкового тракту і стійкі до впливу більшості антибіотиків. Крім цього дріжджі мають виражену антибактеріальну дію відносно сторонньої технічно шкідливої мікрофлори молочних продуктів (цвіль, маслянокислі бактерії) і щодо хвороботворних мікроорганізмів.

Крім молочнокислих мікроорганізмів сьогодні широко використовуються і біфідобактерії [2, 3]. Для отримання кисломолочного продукту готують молочну суміш, яку пастеризують і охолоджують до температури заквашування. Потім вносять комбіновану закваску в кількості 3-5% з культур біфідобактерій, пропіоновокислих бактерій, ацидофільної палички і лактококів. Сквашування здійснюють при температурі 32-37°C до утворення згустку кислотністю 90-105°Т, після цього проводять зневоднення згустку до досягнення масової частки вологи в готовому продукті 83-85 %, охолоджують і фасують. Використовувані культури дозволяють посилити пробіотичні властивості продукту і підвищити його якість. Пропонується технологія кисломолочного продукту, який заквашується чистими культурами термофільного стрептококу, концентрату живих біфідобактерій з вихідним титром 10^8 - 10^9 КУО. Нормалізоване молоко змішується з вівсяними пластівцями, нормалізовану суміш гомогенізують і пастеризують потім отриману суміш охолоджують до температури заквашування, додають в неї закваску чистих культур термофільного стрептокока спільно з концентратом живих біфідобактерій [5]. Винахід дозволяє розширити асортимент дієтичних кисломолочних продуктів, створити кисломолочний продукт, який не викликає алергічних реакцій, має збалансований смак, високу харчову цінність і високі профілактичні властивості. Автори також пропонують метод отримання кисломолочного продукту з використанням штамів *Lactococcus lactis*, що сприяють розвитку *Bifidobacterium sp. Bacteria* [3,8].

Основна складність застосування багатоштамових заквасок – облік взаємовідносин мікроорганізмів. Відомо, що між мікроорганізмами заквасок мікрофлори можуть виникати такі види взаємин: симбіоз, антагонізм і паразитизм. Характер взаємин між одними і тими ж молочнокислими бактеріями може змінюватися в залежності від складу середовища і умов культивування [5,6].

В результаті вивчення мікрофлори встановлено, що при розвитку в молоці спільної культури *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* і *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* кислотообразование відбувається інтенсивніше, ніж при розвитку кожної культури окремо.

Взаємодія між молочнокислими бактеріями і дріжджами є симбіотичними. Дріжджі мають стимулюючу дію на молочнокислі бактерії, і вони зберігають свою активність протягом багатьох місяців при кімнатній температурі, коли вони знаходяться в змішаній культурі.

Стійкість молочнокислих бактерій до етилового спирту - основного продукту бродіння дріжджів - значно вище, ніж у самих дріжджів і більшості не молочнокислих бактерій. Деякі молочнокислі бактерії, виділені з вина, витримували вміст у середовищі до 20-22 % спирту. Молочнокислі бактерії, виділені з молочних продуктів, трохи чутливіші до спирту, але все ж витримують досить високі його концентрації 12-18 %. Дріжджі в свою чергу проявляють високу стійкість до молочної кислоти - основного продукту життєдіяльності молочнокислих бактерій.

В результаті тривалого спільного культивування з дріжджами молочнокислі бактерії нерідко змінюють свої морфологічні, культуральні та біохімічні властивості. При цьому підвищується їх енергія кислотоутворення і антибіотична активність. Таким чином, кінцева мета з'єднання штамів різних видів бактерій – встановлення максимально стабільної рівноваги між штамами, більш швидкого розвитку бактерій і синтезу продуктів їх метаболізму, посилення антагоністичної активності до патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів.

Тому, при створенні закваски включаються спеціально підібрані штами з комплексом властивостей, які повинні гармонійно поєднуватися один з одним і забезпечити отримання продукту із заданими характеристиками, такими як консистенція, смак і аромат.

Основна роль дріжджів виникає у створенні смакоароматичних властивостей за рахунок утворення різних метаболітів, таких як органічні сполуки, спирт і вуглекислий газ. З іншого боку, лактобактерії недостатні для формування консистенції продукту, створення густоти, густоти і щільності.

Коли термофільна мікрофлора переважає, напої набувають густої і щільної консистенції. Це пояснюється включенням екзополісахаридів у казеїнову матрицю, яке додатково відстань між казеїновими міцелами. Це, у свою чергу, призводить до підвищення здатності утримувати вологу і створює м'яку текстуру.

А симбіотичний зв'язок цих молочнокислих мікроорганізмів вже давно доведена [7] і підтверджена сучасними методами досліджень. У продуктах змішаного бродіння ці види мікроорганізмів сприяють формуванню типового приємного смаку і запаху кисломолочних продуктів і досить щільної консистенції. Як вже зазначалося вище *Kluyveromyces lactis* – дріжджі, що зустрічаються в кефірі та деяких видах сиру.

З іншого боку, кінцевими продуктами метаболізму *Kluyveromyces lactis*

крім етанолу є органічні нижчі жирні кислоти і їх похідні (оцтова, метилпропіонова, метилбутанова кислоти), альдегіди і кетони. Очікуваний нами результат комбінування дріжджів *Kluuveromyces lactis* і лактобактерій *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* – напій, що володіє досить густою консистенцією, приємним кисломолочним смаком зі специфічним ароматом, властивим продуктам змішаного бродіння.

Комбінування заквасних культур з оптимальними оптимальними температурами вирощування передусім означає встановлення оптимальних умов розмноження, які забезпечують рівномірний розвиток усіх мікроорганізмів і вироблення деяких метаболітів для формування якісних характеристик продукту під час його виробництва й зберігання.

При культивуванні *Kluuveromyces lactis* на щільному живильному середовищі при різній температурі протягом 3 діб таблиці 1 при 10°C і 4°C колонії були відсутні, причому при зміні умов культивування (термостатування при 30°C) зростання культури поновлювався.

Таблиця 1

Вплив температури на ріст культури *K. lactis*

Температура культивування, °C	30	20	10	4
Кількість колоній, дріжджів	30±5	12±3	-	-

Оскільки природними джерелами дріжджів *Kluuveromyces lactis* є природні симбіози мікроорганізмів кефіру і м'яких сирів, то можна припустити, що спільний розвиток *Kluuveromyces lactis* і лактобактерій може позитивно вплинути на розвиток дріжджів при знижених температурах. З іншого боку, з огляду на їх гарне зростання при 30 °C, виникає питання про проведення одностадійного процесу бродіння лактобактерій і дріжджів, минаючи етап дозрівання.

Висновок. Більшість кисломолочних продуктів відносяться до продуктів змішаного бродіння, для яких характерною є наявність бактерій виду *Lactobacillus*, *Lactococcus* і *Leuconostoc* і дріжджової мікрофлори *Candida*, *Saccharomyces*, *Kluuveromyces*, процес сквашування напою змішаного бродіння може проводитися при температурі 40±2 °C, з формуванням специфічних смакових характеристик.

Стимулювання зростання дріжджовий складової закваски - *Kluuveromyces lactis* відбувається тільки при активному розвитку молочнокислої мікрофлори, що сприяє зміцненню антагоністичних властивостей продукту щодо певних умовно-патогенних штамів мікроорганізмів.

Список використаних джерел

1. Соломон А. М., Бондар М. М. Fermented desserts of functional purpose using vegetables. *Збірник наукових праць «Аграрна наука та харчові технології»*. 2018. № 3 (102). С. 168–179.

2. Solomon, A., Bondar, M., Dyakonova, A. Substantiation of the technology for fermented sourmilk desserts with bifidogenic properties. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologi*~~this link is disabled~~. 2019. 1(11-97), С. 6–16

3. Дідух Н.А., Чагаровский О.П., Лисогор Т.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначенні. ОНАХТ: «Поліграф», 2008. 234 с.

4. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Обґрунтування складу ферментованих продуктів з використанням рослинних наповнювачів. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3 (110). С. 126–134.

5. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Пробиотики і їх роль у виробництві кисломолочних продуктів спеціального призначення. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 3 (106). С. 56–65.

6. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Кисломолочні десерти збагачені біфідобактеріями. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 2 (105). С. 66–74.

7. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Інноваційна технологія виробництва кисломолочного напою для харчування людей похилого віку. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 1 (108). С. 65–74.

8. Дейниченко Г. В. Функціонально-технологічні властивості багатокомпонентних систем на основі концентрату зі склотин. *Збірник наук. праць ЛНАУ. Серія: Технічні науки*. Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2008. № 88. С. 138–140.

Богдан ПОБЕРЕЖНИЙ³,
магістрант 2-го року навчання,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРНОЇ КОМПОЗИЦІЇ М'ЯСО - РОСЛИННИХ КОНСЕРВІВ

***Анотація.** Розглянуто питання розробки та впровадження збалансованих продуктів на основі м'яса птиці та рослинної сировини, здатних знизити дефіцит окремих біологічно активних речовин, зменшити ризик виникнення захворювань, зумовлених незбалансованим харчуванням.*

***Annotation.** The article focuses on the development and implementation of balanced products based on poultry meat and vegetable raw materials that can reduce the deficiency of certain biologically active substances, reduce the risk of*

³Науковий керівник: доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Надія Новгородська.

diseases caused by an unbalanced diet, restore and maintain metabolic processes, increase the resistance of the human body to the effects of adverse factors.

Вступ. Консервовані продукти харчування популярні у споживачів, тому розширення їхнього асортименту для підприємств харчової та переробної промисловості є актуальним завданням. Використання натуральної рослинної сировини у технології виробництва м'ясних консервів сприяє збагаченню продукції функціональними інгредієнтами, підвищує її засвоюваність та дозволяє відповідати фізіологічним нормам правильного харчування [1, 2].

Консервовані продукти дієтичної та функціональної спрямованості можуть мати істотне значення у комплексі заходів щодо запобігання згубного впливу антропогенних факторів та несприятливої екологічної обстановки на здоров'я людини [3, 4].

Мета досліджень – розробити та впровадити рецептурні композиції оригінального консервованого продукту для правильного харчування на основі м'яса курей з додаванням овочевого чи бобового компонента.

Виклад основного матеріалу. Як об'єкти досліджень обрано сировинні основні та допоміжні інгредієнти та 3 експериментальних зразки м'ясо-рослинних виробів.

Вивчено можливість застосування гарбуза продовольчого, квасолі овочевої і білокачанної капусти в технології виробництва оригінальних консервованих продуктів на основі курячого м'яса.

У модельних рецептурних композиціях експериментальних зразків м'ясо-рослинних виробів з овочевим компонентом використовували:

- натуральне м'ясо сільськогосподарської птиці на кістках, отримане від здорової сільськогосподарської птиці, яке пройшло ветеринарно-санітарну експертизу, допущене до промислової переробки та відповідає за показниками безпеки.

У модельній рецептурній композиції зразка № 1 оригінального консервованого продукту на основі курячого м'яса як овочевий компонент використовували гарбуз продовольчий, м'якоть плодів якого є дієтичним продуктом харчування і служить джерелом різних біологічно активних речовин.

Овочі містять вітамін А (каротин), необхідний для нормального функціонування зорової системи людини. Гарбуз накопичує багато клітковини, заліза, вітаміну Т (карнітину) і добре засвоюється організмом.

У модельній рецептурній композиції зразка № 2 як овочевий компонент використовували овочеву квасолю. Її стручки – низькокалорійне джерело важливих природних компонентів: білка, складних вуглеводів, вітамінів групи В, вітаміну К, А, С та Е; мінеральних сполук. Квасоля овочева активно застосовується в оздоровчому та дієтичному меню.

У модельній рецептурній композиції зразка № 3 як овочевий компонент застосовували білокачанну капусту. Її качани накопичують понад 80 цінних поживних речовин. Серед них вітаміни А, С, К та групи В, омега-3 жирні

кислоти, макро- та мікроелементи: фосфор, калій, мідь, кальцій та цинк, а також численні фітонутрієнти.

Для опрацювання результатів досліджень застосовували сучасні методи розрахунку статистичної достовірності вимірювань на основі пакета програми Microsoft Excel.

У дослідних зразках м'ясо-рослинних продуктів на основі курячого м'яса з овочевими компонентами визначено: харчову та енергетичну цінність, мінеральний та вітамінний склад, а також виконано розрахунки інтегрального скору.

Органолептична оцінка зразків проводилася комісійно. Дегустаційний аналіз показав, що розроблені натуральні м'ясо-рослинні консервовані продукти на основі курячого м'яса з додаванням овочевого компонента характеризувалися хорошими споживчими властивостями. За підсумками оцінки зразки м'ясо-рослинних виробів набрали від 25 до 30 балів.

В основі процесу виготовлення комбінованих продуктів було прийнято традиційну технологію виробництва м'ясо-рослинних консервів з використанням окремих елементів інноваційної технології (рис. 1).

Висновок. Таким чином, розроблені м'ясо-рослинні консервовані продукти за нутрієнтним складом відповідають фізіологічним потребам і можуть бути додатковими джерелами корисних речовин. Готові консерви на основі курячого м'яса з додаванням овочевих компонентів були комбінованим продуктом. Вони рекомендовані для вживання в розігрітому вигляді як друга страва або як холодна закуска.

Список використаних джерел

1. Крижова Ю. П., Баль-Прилипко Л. В. Технологія м'ясних консервів [Текст] : навч. посіб. Київ : Компринт, 2016. 554 с.
2. Новгородська Н.В, Овсієнко С.М., Соломон А.М. Корми, м'ясо, вироби із свинини: монографія. Вінниця, 2021. 172 с.
3. ДСТУ 7048:2009 Консерви м'ясо-рослинні та кров'яні. Загальні технічні умови [Текст]. Чинний від 2010-01-01. К.: Держспоживстандарт України, 2010. 12 с.
4. Гавриленко О. С. Відповідність м'ясних та м'ясо-рослинних консервів вимогам національних стандартів України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. № 4. 2017. С. 77-80

Світлана РЕЗНІК⁴,
студентка 4 курсу,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВИКОРИСТАННЯ СТАБІЛІЗАТОРІВ СТРУКТУРИ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ВЕРШКОВОГО МАСЛА З НИЗЬКОЮ ЖИРНІСТЮ

***Анотація.** На сьогоднішній день дуже велика увага споживачами приділяється якості продукції, що випускається. Від якості залежить успішне просування продукту на споживчому ринку і його здатність конкурувати з аналогічними товарами.*

Основним показником якості є структура і консистенція, які залежать від сировини, що використовується, правильно проведеного технологічного процесу. Ці показники дуже нестійкі в зв'язку з все більшою необхідністю виробництва комбінованих, збагачених різними харчовими добавками продуктів. Тому все більш актуальним стає використання стабілізаторів і загущувачів.

***Annotation.** Today, consumers pay a lot of attention to the quality of manufactured products. Successful promotion of a product on the consumer market and its ability to compete with similar products depends on quality. The main indicator of quality is the structure and consistency, which depend on the raw materials used and the correctly conducted technological process. These indicators are very unstable due to the increasing need for the production of combined products enriched with various food additives. Therefore, the use of stabilizers and thickeners is becoming more and more relevant. The purpose of this article is the justified methods of using stabilizers of the structure of food additives in the production of low-fat butter.*

***Вступ.** Сучасний ринок олійно-жирових продуктів (масла вершкового, спредів, паст масляних і вершково-рослинних, маргаринів) постійно розвивається і дуже конкурентний. Виробникам доводиться постійно аналізувати асортимент виробленої продукції, покращувати її якість, споживчі властивості і знижувати собівартість. Щоб досягти потрібного технологічного ефекту, підприємства використовують емульгаційні системи, емульгатори і стабілізатори структури продуктів.*

Можуть бути внесені в продукт на різних етапах його виробництва, зберігання і транспортування з метою покращення та полегшення виробничого процесу, збільшення стійкості продукту до різних видів псування, зберігання

⁴Науковий керівник: доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Алла СОЛОМОН.

структури і зовнішнього виду продукту. Стабілізатори можуть залишатися в продуктах повністю чи лише частково в незмінному вигляді чи у вигляді, речовин, які отримуються в результаті хімічної взаємодії добавок з компонентами харчових продуктів

Виклад основного матеріалу. Стабілізатори структури об'єднують добавки різних функціональних класів, включаючи *стабілізатори консистенції і емульгатори*.

Стабілізатори консистенції (Ст) – це натуральні речовини рослинного і тваринного походження, напівсинтетичні речовини рослинного походження, і їх суміші. Стабілізатори консистенції, введені в рідку систему в процесі приготування харчового продукту, пов'язують воду, в результаті чого колоїдна система втрачає свою рухливість, її в'язкість при цьому змінюється. Одним з основних властивостей, що визначають ефективність застосування таких речовин, є їх повне розчинення у воді, яке залежить, перш за все, від хімічної природи добавок [4].

Як стабілізатори консистенції в молочній промисловості широко використовують *модифіковані крохмалі*, що представляють собою переважно суміш полімерів, глюкози. Особливості хімічної будови і властивостей цих фракцій, а також їх співвідношення в нативному крохмалі, залежно від виду рослинного джерела (картопля, рис, кукурудза), визначають основну технологічну властивість нативного крохмалю - здатність розчинятися при нагріванні у воді з утворенням в'язких колоїдних розчинів.

Приклади використання стабілізаторів консистенції при виробництві жирових продуктів наведені нижче [5].

Розроблена технологія вершкового масла зниженої енергетичної цінності (45% жиру) з використанням в якості Ст водного розчину желатину, яка отримала широке промислове визнання.

Нерідко при виготовленні низькожирних видів вершкового масла і його аналогів використовують суміші стабілізаторів консистенції [1].

За літературними даними, в Австрії запатентований метод виробництва пастоподібного молочного продукту для приготування бутербродів, м.ч.ж. 10-50%, вологи 38-84%. При його виготовленні використовували розчин або суспензію двох видів Ст (соєвого борошна, желатину, альгінату Na, модифікованого крохмалю).

Ефективною умовою стабілізації процесів маслоутворення і формування структури при виробленні жирових продуктів зниженої жирності є використання емульгаторів.

Емульгатори (Е) – похідні жирних кислот і гліцерину, отримані з рослинної олії, здатні підтримувати однорідну суміш двох або більше незмішуваних фаз.

Добрими емульгаторами є моно- і дигліцериди та їх похідні. Отримують в промисловості гліцеролізом жирів і олій або етерифікацією гліцерину високомолекулярними жирними кислотами.

Як приклади використання емульгаторів при виготовленні жирових продуктів можна привести ряд технологій, розроблених в нашій країні і за кордоном.

Дослідженнями багатьох вчених підтверджена ефективність спільного використання стабілізаторів консистенції і емульгаторів.

У Німеччині запропонована технологія отримання пастоподібних жирових продуктів, до складу яких входять вершкове масло і маргарин в різних співвідношеннях з додаванням молочної сироватки, лецитину, емульгаторів, стабілізаторів, смакових і консервуючих речовин [6].

У США запатентований метод виробництва низькожирного пастоподібного продукту, водна фаза якого складається з рисового крохмалю, кухонної солі і консервуючих речовин, а жирова - з вершкового масла, маргарину в різних співвідношеннях, моно- і дигліцериди. Суміш обробляють в скребковому теплообміннику, отримуючи емульсію типу в / м.

Аналіз і систематизація наявних літературних даних однозначно свідчать про ефективність і доцільність використання стабілізаторів структури при виробництві вершкового масла зниженої жирності, перспективності цього напрямку.

Ароматизатори - концентрати смако-ароматичних речовин. У харчовій промисловості застосовують натуральні ароматизатори [3].

Необхідність застосування ароматизаторів при виробленні вершкового масла обумовлена зниженням у вершках, в осінньо-зимовий період, вмісту нативних смако-ароматичних речовин, появою кормового присмаку і зниженням вираженості вершкового смаку при виробленні вершкового масла пониженої жирності. При виробництві кисловершкового масла можна використовувати закваски в поєднанні з ароматизаторами або ароматизаторами в поєднанні з харчовими кислотами.

Барвники призначені для придання вершковому маслу характерного для нього жовтого кольору. Еталоном служить вершкове масло класичної жирності. У маслоробстві використовують натуральним барвники.

В якості речовин, які сприяють збереженню якості вершкового масла використовують консерванти і антиокислювачі.

Доцільність використання консервантів обумовлена збільшенням кількості плазми в зазначених видах масла, що є сприятливим середовищем для розвитку мікрофлори [6].

Для поліпшення харчової і біологічної цінності вершкового масла пониженої жирності відповідно до сучасних вимог до здорового харчування доцільно проводити вітамінізацію, особливо вітамінами А, Д і Б, β -каротином відповідно до чинних в країні норм для вітамінізованих продуктів.

В організмі людини вітаміни не синтезуються, їх потреба забезпечується виключно продуктами харчування. Зменшення вмісту жиру в маслі обумовлює зниження в ньому кількості жиророзчинних вітамінів. Цим зумовлюється необхідність додаткового збагачення вершкового масла вітамінами, що

особливо актуально у зв'язку з несприятливою екологічною ситуацією, яка склалася в багатьох регіонах нашої країни [2].

Вітамінізація вершкового масла пониженої жирності жиророзчинними вітамінами в поєднанні з нативними водорозчинними вітамінами вихідного молока і вершків, дозволяє частково вирішити проблему вітамінного забезпечення організму.

Висновок. На підставі вищевикладеного можна зробити висновок, що спрямоване використання поліпшувачів якості, сприяє поліпшенню виразності смаку і запаху масла, збільшення термінів його придатності, підвищення біологічної, дієтичної і харчової цінності готового продукту.

Список використаних джерел

1. Грек О. В., Поліщук Г. Є., Онопрійчук О. О. Технологія продуктів зі знежиреного молока, молочної сироватки і маслянки: Навч. посіб. К.: НУХТ, 2011. 210 с.
2. Поліщук Г. Є. Технологія молочних продуктів: підручник. К.: НУХТ, 2013. 502 с.
3. Грек О. В., Поліщук Г. Є., Онопрійчук О. О. Технологія продуктів зі знежиреного молока, молочної сироватки і маслянки: Навч. посіб. К.: НУХТ, 2011. 210 с.
4. Молоко та молочні продукти: Нормат. документи: Довід. /За ред. В.Л. Іванова. Л.: НІЦ Леонорм, 2000. У 3-х т. 402 с.
5. Савченко О. А. Технології продуктів з модифікованим жировим складом: реалії та тенденції. К.: ЦП «Компринт», 2018. 250 с.

Кіра ЩЕРБИНА⁵,
студентка 1-го курсу,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ХАРЧОВІ ДОБАВКИ ДЛЯ М'ЯСНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Анотація. Харчові добавки – природні, ідентичні природним або штучні речовини, самі по собі не вживаються як харчовий продукт або звичайний компонент їжі.

Вони навмисно додаються в харчові системи з технологічних міркувань на різних етапах виробництва, зберігання, транспортування готових продуктів з метою: поліпшення або полегшення виробничого процесу або

⁵Науковий керівник: доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Надія Новгородська.

окремих його операцій; збільшення стійкості продукту до різних видів псування; збереження структури і зовнішнього вигляду продукту або навмисних змін органолептичних властивостей.

Annotation. *Food additives are natural, identical to natural or artificial substances, which are not used as a food product or a regular component of food by themselves.*

They are intentionally added to food systems for technological reasons at various stages of production, storage, and transportation of finished products with the aim of: improving or facilitating the production process or its individual operations; increasing product resistance to various types of damage; preservation of the structure and appearance of the product or intentional changes in organoleptic properties.

Вступ. Сучасна харчова промисловість застосовує багато різноманітних способів поліпшення якості харчових продуктів та удосконалення технологічних процесів, але, найбільш економічно вигідним і легким у застосуванні залишається використання харчових добавок. Сучасний ринок харчових інгредієнтів пропонує великий асортимент харчових добавок, застосування яких дозволяє збільшити строки зберігання, попередити псування продукту, поліпшити смакові якості та вигляд, одержати продукт із зовсім новими споживчими властивостями тощо

М'ясна галузь є однією з найстаріших галузей харчової промисловості. Значення м'ясної промисловості в системі народного господарства країни визначається, перш за все, тим, що вона забезпечує населення країни продуктами, які є основним джерелом білкового харчування людини. М'ясо і технології його переробки викликають зростаючий інтерес.

М'ясні продукти, як і інша їжа людини, створювана на різних виробництвах, складаються з природних компонентів та харчових добавок.

Кількість добавок, що використовуються, залежить від різних факторів, але, в цілому, м'ясопромислові підприємства задіяють у своїй роботі багато різних доповнень для досягнення всіляких цілей.

Виробляючи м'ясну продукцію, важливо розуміти, що має значення насамперед той товар, якому характерна висока якість. Властивості продукту повинні забезпечувати не лише харчову, а й біологічну цінність, а м'ясні вироби, загалом – відповідати високим функціонально-технологічним якостям та санітарно-гігієнічним нормам. І чи не головна роль у цьому питанні відведена якості основної сировини, так і харчових добавок.

Виклад основного матеріалу. Харчові добавки для м'ясної промисловості, що використовуються на виробництві, давно відіграють важливу роль як продукція. Таку назву отримали штучні та натуральні речовини, що вводяться до складу виробу для наділення його певними цільовими властивостями.

На даний момент добавки та інгредієнти для м'ясної промисловості мають прямий вплив на ринкову конкурентоспроможність продукту.

Через це асортимент таких речовин помітно зріс за останні роки, розділившись на кілька груп:

- Технологічні добавки, завдання яким полягає у спрощенні процесу виробництва м'ясного продукту. До таких відносяться розпушувачі, фіксатори міоглобіну тощо.

- Добавки для запобігання окисленню їжі та її мікробіологічному очищенню (антиоксиданти та антимікробні речовини).

- Регулятори тривалого зберігання продукту. Серед них консерванти та інші добавки для виробництва ковбаси, які призначені для збільшення терміну придатності товару.

- Смакові підсилювачі, призначені для покращення споживчих якостей м'ясного виробу (ароматизатори та добавки, що покращують консистенцію).

- Барвники змінюють зовнішній вигляд продукту. Використовуються переважно в комерційних та маркетингових цілях.

Далеко не всі добавки у м'ясній промисловості корисні для здоров'я та придатні до споживання. Державні органи контролю якості харчової продукції суворо контролюють застосування цих речовин з виробництва, регулюючи допустимі дозування. Сьогодні список дозволених добавок включає:

- E265, E266. Використовуються при спільній обробці ковбасних виробів, а також у складі їх плівок. Дегідрацетова кислота та дегідрацетрат натрію, 5 мг/кг.

- E235, E218, E219. Поверхнева обробка ковбасної сировокопченої та напівкопченої продукції. Натаміцин, пара-оксибензойної кислоти метиловий ефір, натрієві солі. 1 мг/дм² у шарі на глибину до 5 мм.

- E200-E203. Застосовується як желе при консервації м'ясних продуктів. Сорбінова кислота, сорбати натрію, калію, кальцію, 1 г/кг.

- E120. Барвник для сосисок, варених ковбас, м'яса, паштетів. Карміни, 100 г/кг.

- E160a. Також фарбування сосисок, ковбас, сардельок, паштетів, виробів із вареного м'яса. Каротини, 20 мг/кг.

- E160c. Барвник для сосок, сардельок, варених ковбас. Капсантин, капсарубін, 10 мг/кг.

- E100. Барвник для сосисок, у складі яких понад 6% бобових та зернових. Куркума, 20 мг/кг.

Суперечки про те, чи доцільно застосовувати харчові добавки для м'яса не вщухають і досі. Внаслідок проведення численних досліджень та експериментів за останні роки, експерти виявили низку переваг консервантів:

- Можливість тривалого зберігання виробів із м'яса. Правильні консерванти можуть значно продовжити термін придатності продукту, дозволивши зберегти свої поживні властивості при далеких транспортуваннях і консервації.

- Не всі добавки штучні. Існує чимало натуральних консервантів, на кшталт солі і цукру, що мають властивості для збереження м'ясного виробу без шкоди для нього.

- Антимікробна обробка. Сучасні антиоксиданти перешкоджають розмноженню шкідливих бактерій всередині продукції з м'яса.

Крім переваг добавки у виробах з м'яса мають і негативні сторони:

- Підвищення ризику алергічної реакції. Невеликий відсоток споживачів стикався із симптомами алергії при вживанні м'ясних продуктів із шафранами. Навіть натуральні речовини не виключають такого впливу на організми вразливих людей.

- Існує думка про наявність канцерогенних властивостей у деяких сортах харчових добавок. Зокрема, підозри зазнавали бутильований гідроксианізол.

У будь-якому випадку, розвиток харчової промисловості не стоїть на місці, і щороку відкриваються нові види речовин для нешкідливого поліпшення якості м'ясних продуктів.

Висновок. Таким чином, сучасна харчова промисловість просто не може існувати без технологічних харчових добавок. Зрозуміло, важливо дотримуватися правил їх використання з метою зниження шкоди для здоров'я населення. Для харчових добавок головним критерієм використання є їх безпека. За останнє десятиліття асортимент харчових добавок різко збільшився. Тому гостріше стає питання про безпеку цих добавок для організму людини. Актуальність його зростає при врахуванні можливостей вживання багатьох харчових добавок людьми різного віку і з різним рівнем індивідуального здоров'я протягом більшої частини свого життя.

Список використаних джерел

1. Тіхонова, Н.О. Роль харчових добавок та їх сприйняття споживачами. *Наукові праці НУХТ*. Київ: НУХТ, 2011. № 39. С. 153.

2. Сімахіна Г. О. Біологічно активні речовини в харчових технологіях : підручник. Київ : НУХТ, 2016. 455 с.

3. Ластухін Ю.О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості. Навч. посібник. Львів: Центр Європи, 2009. 836 с.

4. Малєєв В.О., Безпальченко В.М., Семенченко О.О. Харчові добавки: визначення, ризику, аналіз споживання. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського*. № 3. 2020. С. 7 – 12

5. Берник І.М., Новгородська Н.В., Соломон А.М., Овсієнко С.М., Бондар М.М. Інноваційні технології харчових виробництв : Монографія. Вінниця: Видавець ФОП Кушнір Ю.В., 2022. 300 с.

Катерина БІЛЯВЕЦЬ⁶,
студентка 4-го курсу,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КУКУРУДЗЯНОГО ТА РИСОВОГО БОРОШНА РІЗНИХ ВИРОБНИКІВ

***Анотація.** Із безглютенового раціону у першу чергу виключається пшениця — це означає, що всі стандартні хлібобулочні вироби потрапляють під заборону. Хліб, що не містить глютену, виготовляється без клейких зерен, таких як пшениця, жито чи ячмінь. Основою є суміш безглютенових видів борошна, наприклад, мигдалевого, кукурудзяного, кокосового та рисового. Вони є безпечними варіантами для людей, хворих на целиацію або з чутливістю до глютену.*

У роботі виміряли дисперсію кукурудзяного борошна та рисового борошна, а також досліджено вплив розміру частинок та ушкодженого вмісту крохмалю на гігроскопічну властивість конкретних типів безглютенового борошна. Отримані результати будуть використані при Отримані результати будуть використані при розробці майбутніх безглютенових капкейків.

***Annotation.** First of all, wheat is excluded from the gluten-free diet — this means that all standard bakery products fall under the ban. Gluten-free bread is made without glutinous grains such as wheat, rye or barley. The basis is a mixture of gluten-free types of flour, for example, almond, corn, coconut and rice. They are safe options for people with celiac disease or gluten sensitivity.*

The dispersion of corn flour and rice flour was measured, and the influence of particle size and damaged starch content on the hygroscopic properties of specific types of gluten flour was investigated. The obtained results will be used in the development of future gluten-free cupcakes.

***Вступ.** За даними експертів Всесвітньої організації охорони здоров'я, кожного року близько 450 тисяч українців хворіють на целиацію – хронічне генетичне захворювання, що характеризується непереносимістю глютену, яке дуже часто виявляється у дітей від шести місяців до двох років [1]. Середній вік пацієнтів з цим захворюванням становить 45 років, і 25 відсотків припадає на вікову групу старше 60 років [2-4].*

Єдиний спосібвилікувати цю хворобу і запобігти всім його серйозним ускладненням - це суворе дотримання безглютенової дієти. При цьому з

⁶Науковий керівник: старший викладач кафедри технології виробництва, переробки продукції тваринництва і годівлі ВНАУ Любов Морозова

раціону мають бути вилученні всі продукти з пшеничного і житнього борошна, вівса і ячменю. Зернові культури які дозволяються це гречка, кукурудза та рис. Молоко та молочні продукти були вилучені, оскільки целиакія часто супроводжується гіполактатемією. Свіжий йогурт використовують у здобних виробках у натуральному вигляді [5].

Сьогодні простота створення нових рецептур і технологій безглютенових продуктів значною мірою визначається їх високим попитом і вузькими масштабами вітчизняного виробництва. Хліб і борошняні кондитерські вироби (БКВ) вважаються найбільш повсякденними продуктами і основним джерелом глютену і заслуговують на особливу увагу, оскільки їх основною сировиною є пшеничне борошно.

У технології безглютенових борошняних кондитерських виробів (особливо мафінів) використовують економічно доступне рисове та кукурудзяне борошно [6]. Хімічний склад і гранулометричні властивості клейковини того чи іншого борошна мають значний вплив на реологічні властивості тіста та якість кінцевого продукту. За відсутності глютену білка кукурудзяне та рисове борошно проявляють особливі гігроскопічні та зволожуючі властивості, які різняться від властивих пшеничному борошну [7, 8].

Створення науково-практичних засад виробництва безглютенових харчових продуктів відзначено працями вітчизняних та зарубіжних учених, серед яких: В. І. Дробот, А. М. Дорохович, Н. Л. Лобачова, О. В. Немирич, Л. С. Джеффри, Д. Перлмуттер, К. Лоберг, Е. Гала Гір, Дж. Л. Каспер [9-12]. Взагалі вченими доведено, що гігроскопічність і зволожуючі властивості борошна залежать від сорту борошна, його хімічного складу, ступеня подрібнення ендосперму зерна, вмісту висівкових часток. Однак дослідження в цій галузі мають фрагментарний характер. Тому метою даної роботи було вивчити вплив гранулометричного складу клейковини та вмісту пошкодженого крохмалю на її гігроскопічність.

Виклад основного матеріалу. Для дослідів взяли чотири зразки кукурудзяного борошна вітчизняних виробників: борошно тонкого помелу ТОВ «Сквирський СП», «Хлібопродуктів» Сквирянка, ТОВ «Каскад» Містер Таллі, ТОВ «Органік Еко Продактс» та обойне борошно ТОВ «Добродія Фуд»; 4 зразки рисового борошна: ТОВ «Ворлд Райз», ТОВ «Каскад» Містер Таллі, ТОВ «Органік Екологічний» та ТОВ «Бізнес Школа»; борошно пшеничне ТМ «Хуторок» вищого гатунку. Під час визначення дисперсного складу борошна відбирали проби з різних ділянок. Відібрали чотири точкові проби та зробили по 5 фотографій мікроструктури зразка на кожній точковій пробі на відстані $0,5 \pm 0,2$ мм (з використанням камери з роздільною здатністю 5 Мрх). Програмне забезпечення Tech 4.5. Вологопоглинаюча властивість борошна визначається фаринографом німецької компанії Brabender [10], вміст пошкодженого крохмалю – аналізатором пошкодженого крохмалю SDmatic фірми Chopin (Франція).

Вологість і реологічні властивості тіста залежать від важливої технічної властивості аглютенного борошна – його водопоглинаючої здатності (ВПЗ) - кількості води, яке борошно може поглинути при формуванні тіста звичайної консистенції, що обумовлено вмістом і станом біополімерів, властивих до набухання: білок, крохмаль, пентозан.

Відомо, що головними факторами, що дуже впливають на споживання борошна, швидкість формування тіста та його консистенцію, є зернистий склад, тобто розмір частинок, з'єднаних у заповнювач, та вміст пошкодженого крохмалю [9, 11]. Отже, з урахуванням вище сказаного матеріалу, в серії дослідів було визначено вплив гранульованого складу і вмісту пошкодженого крохмалю на ВПЗ кукурудзяного і рисового борошна.

Максимальна питома вага рисового борошна у всіх зразках становить частинки розміром 50-100 і 100-150 мікрон, що вказує на те, що частинки розміром 150-200 мікрон також присутні в невеликих кількостях, вміст пошкодженого крохмалю коливається від 16,5 до 21,2 мкг, що рекомендується для українських виробників борошна (18 мкг). Рисове борошно характеризується відносною однорідністю розміру частинок (101,97 - 108,68 мкм), високим ступенем дисперсності і, як наслідок, хорошою вологопоглинаючою здатністю - 65,3-68,4%.

Нижче наведені результати дослідів, що характеризують властивості кукурудзяного борошна за такими показниками, як гранулометричний склад, вміст пошкодженого крохмалю і вологопоглинаюча здатність (таблиця 1).

Аналіз грануляційного складу кукурудзяного борошна показав, що максимальна кількість гранул 2-х найбільших фракцій (>300 мкм та $200 \leq 300$ мкм) містить борошно тонкого помелу виробництва борошномельних шпалер ТОВ "Добродія Фуд" (17,68%) і підприємства "Сквирський хлібопродуктовий комбінат" (10,3%). Найбільша питома вага кукурудзяного борошна у ТОВ "Сквирський комбінат хлібопродуктів" та ТОВ "Каскад" (33,4 та 38,1% відповідно) припадає на крупність $> 20 \leq 50$ мкм, < 20 мкм. Кількість гранул розміром $> 50 \leq 200$ мкм припадає на крупність від 55% до 85%.

Минулі дослідження довели, що часточки кукурудзяної муки розміром 20-50 мкм, більше 300 мкм, мають низький показник ВПЗ [12]. Це пов'язано з тим, що при поглинанні вологи дрібними часточками утворюється насичений в'язкий шар, який не дозволяє контактувати іншим часткам з водою. Чим більші частинки борошна, тим повільніше протікає процес формування тесту, що пов'язано зі зниженням швидкості проникнення води в центр білка.

Середній діаметр частинок кукурудзяного борошна виробництва ТОВ "Сквирський комбінат хлібопродуктів" і ТОВ "Каскад" істотно не відрізняється, він становить 104,26-105,37 мкм, а вказаний показник борошна – 98,0 мкм. Тому найдрібнішою за кількістю великих фракцій є борошно тонкого помелу ТОВ "Каскад", Містер Таллі.

Згідно з показниками "однорідності частинок", кукурудзяне борошно (коефіцієнт однорідності 0,59) ТОВ "Органік Еко Продактс" і Борошно ТОВ

"Каскад" містера Таллі (0,62) характеризуються високим ступенем дисперсності.

Таблиця 1

Технологічні властивості кукурудзяного борошна різних сортів

Показник	Кукурудзяне борошно виробників				Борошно пшеничне вищого гатунку ТМ "Хуторок"
	Тонкого помелу			Обойне	
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4	
	Сквірянка	Mr. Tally	Органік Еко-продукт	Добродія Фуд	
Крупність, %					
> 300 мкм	5,1	2,4	2,63	5,88	0,2
>200 ≤ 300 мкм	5,2	4,8	5,3	11,8	1,0
>150 ≤ 200 мкм	7,7	7,1	18,4	9,8	18,3
>100 ≤ 150 мкм	10,3	14,3	47,4	13,7	34,2
>50 ≤ 100 мкм	38,46	33,3	18,4	33,4	27,7
>20 ≤ 50 мкм	33,3	35,7	7,8	25,5	14,3
<20 мкм	<0,1	2,4	<0,1	<0,1	4,3
Середн. діаметр часток, мкм	104,26	105,37	134,11	153,84	98,0
Однорідність часток, од.пр.	0,63	0,62	0,59	0,68	0,52
Вміст пошкодженого крохмалю, UCD	31,9	29,0	22,9	8,5	19,1
Вологопоглинальна здатність, % (за фаринографом)	69,7	72,4	63,5	59,1	58

Досліджено, що кукурудзяне борошно ТОВ "Каскад" виробництва Tally (72,4%) відрізняється вищою вологопоглинальною властивістю. Це пов'язано, не тільки з низьким розміром зерен борошна, але і з високим вмістом пошкодженого крохмалю (29,0 мкг), що сильно впливає на збільшення її вологопоглинаючої здатності.

Висновок. Дисперсність кукурудзяного та рисового борошна вимірювали для визначення впливу розміру частинок та вміст ушкодженого крохмалю на водо поглинальну здатність цих видів гранулаглютиніну. За результатами дослідження рекомендовано використовувати рисове та кукурудзяне борошно тонкого помелу від ТОВ "Каскад" для подальшої розробки безглютенових мафінів. Tally має кращі технічні характеристики і гарантує, що кількість глютену, підтверджена лабораторними тестами, не перевищує 20 частин на мільйон (20 мг/кг). Це головна вимога до якості сировини для пацієнтів з целіакією.

Список використаних джерел

1. Elke A., Dal Bello F. Science of Gluten-Free Foods and Beverages. 2009. URL.: <https://www.elsevier.com/books/science-of-gluten-free-foods-and-beverages/arendt/978-1-891127-67-0>.

2. Perlmutter D., Loberg K. Grain brain: the surprising truth about wheat, carbs, and sugar – your brain’s silent killers. New York, USA: Little, Brown i Company, 2013. P. 336.
3. Jeffrey L. C., Atwell W. A. Gluten-free baked products. AACC International, Inc., 2014. 88 p.
4. Горобець А. О. Особливості харчування дітей при целиакії. *Медицина транспорту України*. 2015. № 3-4. С. 45-50.
5. Дорохович В. В. Наукове обґрунтування та розроблення технологій борошняних кондитерських виробів спеціального дієтичного призначення: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.16. К., 2010. 39 с.
6. Медведєва А. Технологія безглютенових булочних виробів. *Міжнародний науково-практичний журнал «Товари і ринки»*. 2018. № 4 (28). С. 115-123. URL.: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018\(28\)11](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018(28)11) .
7. Чудік Ю. В., Сафонова О. М. Регулювання водопоглинальної здатності борошняних сумішей. Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв. *Вісник ХДТУСГ*. Вип. 16. Харків: ХДТУСГ, 2003. С. 165-170.
8. Авершина О. Б. Дослідження хлібопекарських властивостей фракції борошна з підвищеним вмістом білкових речовин. *Збірник наукових праць студентів «Науковий пошук молодих дослідників»*. Серія: Технічні науки. 2013. № 2. С. 31- 35.
9. Дробот В. І., Грищенко А. М. Технологічні аспекти використання борошна круп'яних культур у технології безглютенового хліба. *Обладнання та технології харчових виробництв: тематичний збірник наукових праць Донецького нац. ун-ту економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського*. 2013. Вип. 30. С. 52-58.
10. Авершина О. Б. Дослідження хлібопекарських властивостей фракції борошна з підвищеним вмістом білкових речовин. *Збірник наукових праць студентів «Науковий пошук молодих дослідників»*. Серія: Технічні науки. 2013. № 2. С. 31-35.
11. Лобачова Н. Л. Удосконалення технології безглютенових хлібобулочних виробів: монографія. Суми: Сумський нац. аграрний ун-т, 2015. 214 с.
12. Лісовська Т. О., Чорна Н. В., Дьяков О. Г. Дослідження реологічних властивостей бісквітного тіста з використанням екструдованого кукурудзяного борошна. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2016. № 2/11 (80). С. 19-23.

Валентина БАЛАБАН⁷,
студентка 2-го курсу,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ХАРЧОВІ АЛЕРГЕНИ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИЯВЛЕННЯ ТА КОНТРОЛЮ В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

***Анотація.** Ця стаття досліджує аспект сучасного харчового виробництва- харчові алергени. Зростання осіб з харчовими алергіями підкреслює необхідність ретельного контролю алергенів у продуктах. У статті оглядається основні харчові алергени та розглядається їх важливість для здоров'я споживачів. Також, висвітлюються методи виявлення харчових алергенів, включаючи імунологічні, молекулярні та хроматографічні підходи. Описується важливість правильного маркування продуктів для запобігання алергічним реакціям.. Ця стаття надає корисну інформацію для споживачів, виробників та фахівців у галузі харчової промисловості, щоб забезпечити безпечну харчову продукцію та зменшити ризик алергічних реакцій.*

***Annotation.** This article explores an aspect of modern food production - food allergens. The rise in the number of people with food allergies emphasizes the need for careful control of allergens in foods. The article reviews the main food allergens and discusses their importance for consumer health. It also highlights methods for detecting food allergens, including immunological, molecular and chromatographic approaches. The importance of proper food labeling to prevent allergic reactions is also described. This article provides useful information for consumers, manufacturers and food professionals to ensure safe food products and reduce the risk of allergic reactions.*

Вступ. Харчові алергії стали серйозною проблемою здоров'я в сучасному світі, і вони впливають на мільйони людей у всьому світі. Історично, харчові алергії вважалися рідкісними, але вони значно поширилися протягом останніх десятиліть. У цій статті ми розглянемо, що таке харчові алергени, чому вони важливі, та які методи існують для їх виявлення та контролю в харчових продуктах.

Харчові алергії є поширеним захворюванням, яке може призвести до серйозних наслідків, таких як анафілактичний шок. Розробка ефективних методів виявлення та контролю харчових алергенів є важливою завданням для науки та охорони здоров'я. Контроль якості та безпеки харчових продуктів з харчовими алергенами також розглядається як ключовий аспект у виробництві безпечних продуктів для споживачів

⁷Науковий керівник: викладач кафедри Української та іноземних мов Валентина Малик.

Мета та завдання статті. Дослідження основних харчових алергенів та їх вплив на здоров'я споживача.

Виклад основного матеріалу. Алерген – це антиген, що викликає в чутливих до нього людей алергічні реакції. Відповідно, алергія – це імунopatологічний процес, виражений надчутливістю імунної системи організму при впливі цього алергену.

Харчові алергени – це білки або білкові сполуки, які спричиняють алергічну реакцію в організмі певних осіб. Ці алергії можуть бути життєво небезпечними та включати в себе реакції, такі як набряк горла, анафілаксія, сильна силікатна реакція тощо. У ЦГЗ кажуть, що загалом у світі на харчову алергію страждає 1–3% дорослих та 4–6% дітей.

Таблиця 1

Контроль алергенів у харчових продуктах: базова інформація та норми

Продукт	Україна	ЄС	Канада	США	Японія
Яйце	+	+	+	+	+
Молоко	+	+	+	+	+
Риба	+	+	+	+	
Молюски	+	+	+	+	
Горіхи	+	+	+	+	
Арахіс	+	+	+	+	+
Пшениця	+	+	+	+	+
Соя	+	+	+	+	
Гречка					+
Льон	+	+			
Гірчиця	+	+			
Сульфіти	+	+	+		

Ці продукти можуть викликати алергічну реакцію навіть у малих кількостях, тому їх вміст потрібно зазначити на упаковці для запобігання алергічної реакції.

Таблиця 2

Структура шкірної сенсibiliзації до пилоквих алергенів у дітей, хворих на поліноз, n= 192

Алерген	Кількість позитивних реакцій (абс.)	Частка позитивних реакцій (%)
Амброзія	108	56
Полин	44	23
Лобода	20	10
Соняшник	112	58
Кукурудза	41	21
Береза	22	11
Мікст смітникових трав	26	13.5
Кульбаба	23	12
Грястія збірна	14	7
Вісяниця	13	6.8
Райграс	24	12.5
Мікст злакових трав	38	20

Найчастіше викликають алергію такі продукти:

- злакові вироби, що містять глютен;
- молюски та ракоподібні;
- яйця;
- риба;
- арахіс;
- соя;
- молочні продукти;
- горіхи.

Таблиця 3

Результати дослідження сироватки крові на маркері

Найменування	Результати	Норма
Соняшник w204, Ige (кОд/л)	11.66	До 0.35
Триптаза, мкг/л	18.92	До 10
Амброзія w1, Ige (кОд/л)	6.90	До 0.35
Головні алергокомпоненти пилку дерев(rBetv1(recombinant) birchpollen)	0.04	До 0.35
Головні алергокомпоненти пилку амброзії Amba 1	0.08	До 0.35
Загальний Ige (МО/мл)	960	До 100

Алергічні реакції можуть включати кропив'янку, почервоніння шкіри або висип, набряк обличчя, язика, губ, блювоту та/або діарею, спазми в животі, кашель, запаморочення та/або нудоту, набряк гортані, голосових зв'язок, непритомність тощо.

Харчові алергени горіхів належать до термостабільних алергенів, вони зберігають свої алергенні властивості в шлунково-кишковому тракті під впливом кислот.

Таблиця 4

Харчові алергени високого та низького ризику, що викликають анафілаксію

Джерело	Високий ризик	Низький ризик
Арахіс	Arah 1,2,3,9	Arah 8, профлін, CCD
Фундук	Cor a 8,9,14, профлін, CCD	Cor a 8,9,14, профлін, CCD
Грецький горіх	Jug r 1,2,3	профлін, CCD
Соя	Gly m 5,6, (4), профлін, CCD	Gly m 5,6, (4), профлін, CCD
Фрукти родини розовітних	Gly m 5,6, (4)	Pru p 1, Mal d 1, профлін, CCD
Пшениця	Tri a 14, Tri a 19	Профлін, CCD

**Примітка: CCD - перехрестно реагуюча вуглеводна детермінантна*

Єдиний спосіб для людей, схильних до харчової алергії, контролювати її – це уникати споживання харчових продуктів-алергенів.

Методи виявлення харчових алергенів. Імунологічні методи. Вони включають в себе використання антитіл або антигенів для визначення наявності алергенів у продукті.

• **Молекулярні методи.** Вони базуються на виявленні ДНК або РНК алергенів. Ці методи особливо корисні для виявлення слідів алергенів у продуктах, які були піддані обробці.

• **Хроматографічні методи.** Вони використовують хроматографію для розділення компонентів харчового продукту і виявлення алергенів.

Контроль якості та безпеки. Закон 2639 VIII (Закон України №2639-VIII «Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів»)

Для контролю харчових алергенів у харчових продуктах виробники використовують різні методи, такі як очищення, сепарація та маркування.

З метою забезпечення безпеки споживачів, виробники повинні чітко та якісно дотримуватись норм та вимог якості і безпеки. Це включає в себе перевірку постачальників та аналіз продуктів на вміст алергічних компонентів. Повинна проводитись регулярна перевірка виробничого процесу.

Відповідно до вимог законодавства країн ЄС, харчові продукти, які експортуються до цих країн, повинні бути промарковані інформацією про наявність алергенів. Ця інформація повинна бути достовірною, тому країни-імпортери вимагають від експортерів надавати протоколи аналізу, які підтверджують відсутність алергенів у продукції або їх допустимий рівень.

Висновок. Харчові алергени – це поширена та серйозна проблема сьогодення для багатьох людей. Контроль та аналіз харчових алергенів у харчових продуктах мають величезне значення для забезпечення безпечного споживання продукції.

Методів для виявлення і контролю харчових алергенів стають все більш точними та ефективними.

Однак людям з харчовими алергіями все ж слід бути уважними та уважно читати етикетку на продуктах харчування.

Список використаних джерел

1. Контроль алергенів в їжі. URL: <https://apk.hlr.ua/articles/kontrol+allergenov+v+pishhe+i+na+rabochej+poverxnosti+s+eurofins+technologies>
2. Класифікація алергенів та методи їх дослідження. URL: http://jvm.kharkov.ua/sbornik/103/4_54.pdf
3. Ефективність алергенспецифічної імунотерапії пилковими алергенами в дітей із позиції молекулярної алергології. URL: <http://www.mif+ua.com/archive/article/44406>

Владислав ЛЕНДЕЛ⁸,
магістрант 1-го року навчання,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

КИСЛОМОЛОЧНІ ПРОДУКТИ З СИНБІОТИЧНИМИ 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. Тому збалансоване і оздоровче харчування є важливою умовою для оптимального фізичного і розумового розвитку людини, підтримки його тривалої працездатності, підвищення здатності організму протистояти впливу несприятливих факторів зовнішнього середовища.*

***Annotation.** The life of a modern person depends on such unfavorable factors as environmental pollution, man-made disasters, stressful situations, and lack of adequate nutrition. All this leads to a decrease in immunity, dysfunction of digestion, an increase in the number of people suffering from allergies, diabetes mellitus and other diseases associated with metabolic disorders in the human body. Therefore, a balanced and healthy diet is an important condition for optimal physical and mental development of a person, maintaining his long-term performance, increasing the body's ability to withstand the effects of unfavorable environmental factors.*

Вступ. Для розширення асортименту кисломолочних ферментованих продуктів, які користуються постійно зростаючим попитом у населення країни, для кращого засвоювання 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 [1].

Основні принципи концепції здорового харчування вимагають сучасного підходу до створення функціональних продуктів, які повинні задовольняти

⁸Науковий керівник: доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Алла Соломон.

потреби організму людини в харчових, біологічно і фізіологічно цінних речовинах, сприяти профілактиці захворювань, збереженню здоров'я, подовженню працездатності і тривалості життя. Розширення асортименту кисломолочних ферментованих продуктів базується на розробці технологій з використання нових видів натуральної біологічно цінної сировини, що дозволяє надати продуктам певних оздоровчих і лікувотно-профілактичних властивостей [3].

Виклад основного матеріалу. Останнім часом спостерігається тенденція погіршення стану здоров'я населення, що пов'язано з зростанням психологічних навантажень на людину, погіршенням економічних обставин і екологічного стану навколишнього середовища [1, 2]. Найбільш поширеними захворюваннями є гастроентерологічні, серцево-судинні, онкологічні, виникнення і розвиток яких пов'язаний з порушенням структури харчування, дефіцитом біологічно і фізіологічно цінних речовин в харчуванні людини [3, 4]. Продукти харчування повинні забезпечувати організм людини необхідними для нормального функціонування біологічно і фізіологічно цінними речовинами, сприяти профілактиці захворювань [5, 6].

До основних недоліків у харчуванні сучасної людини відносяться: дефіцит повноцінних білків, поліненасичених жирних кислот, водо- і жиророзчинних вітамінів, макро-і мікроелементів, особливо таких як кальцій, залізо, йод, фтор, селен, цинк, харчових волокон, надмірне споживання тваринних жирів і вуглеводів [7]. Недостатнє споживання повноцінних білків призводить до зниження імунітету, порушення функцій печінки, підшлункової залози, органів репродукції, кровотворних органів, зниження працездатності, виникнення анемії тощо [8]. Низький вміст харчових волокон обумовлює підвищення рівня токсичних продуктів в організмі і всмоктування їх в кров. Обмежене надходження в організм жиру, особливо поліненасичених жирних кислот, призводить до порушення функції центральної нервової системи, зниження імунітету, погіршення засвоюваності вітамінів, зменшення енергетичної цінності їжі.

На сьогодні в багатьох країнах світу вирішується питання покращення макронутрієнтної забезпеченості населення білками, жирами, вітамінами, мінеральними речовинами, харчовими волокнами, для компенсації дефіциту в харчуванні людей незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, водо-та жиророзчинних вітамінів, заліза, кальцію, магнію, селену [10].

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. 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.

Спостерігається світова тенденція створення харчових продуктів зі збалансованим компонентним складом і пробіотичними властивостями.

Пробіотики – це корисні живі мікроорганізми, що нормалізують склад кишкової мікрофлори або підвищують активність власної нормальної мікрофлори кишечника в організмі людини. 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 [8].

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 [9]. Поряд з іншими представниками корисної мікрофлори кишечника людини, біфідобактерії, виконують різноманітні функції, які сприяють нормальній роботі всіх життєво важливих органів і систем людини, захищають внутрішнє середовище організму від зовнішніх небезпечних бактерій. Пробіотичні культури (біфідобактерії, ацидофільні палички та ін.) позитивно впливають на структуру слизової оболонки кишечника і її адсорбційну здатність [10]. Вони синтезують вітаміни групи В і природні антибіотики, які здатні пригнічувати ріст патогенних мікроорганізмів.

Висновок. При виробництві кисломолочних ферментованих продуктів доцільно використовувати комбіновану закваску з біфідо- і лактобактерій. Продукти життєдіяльності лактобактерій здатні забезпечити необхідний склад поживного середовища для стимуляції росту та розвитку біфідобактерій у молоці, а також надавати продукту певних смакових і лікувально-профілактичних властивостей.

Встановлено, що при використанні композиції консорціумів лакто- і біфідобактерій, енергія кислотоутворення композиції, порівняно з консорціумом біфідобактерій, зростає, але зменшується порівняно з консорціумом лактобактерій, що сприяє росту і розвитку біфідобактерій.

Список використаних джерел

1. Герасименко Н.Ф., Позняковский В.М., Челнакова Н.Г. Здоровое питание и его роль в обеспечении качества жизни. *Технологии пищевой и*

перерабатывающей промышленности. АПК-продукты здорового питания. № 4. 2016. С. 52-57.

2. Влощинский П.Е., Позняковский В.М., Дроздова Т.М. Физиология питания. Новосибирск, 2010. 352 с.

3. Челнакова Н.Г., Позняковский В.М. Питание и здоровье современного человека. Москва, 2015. 224 с.

4. Кочеткова А.А. Актуальные аспекты технического регулирования в области продуктов здорового питания. *Переработка молока*. 2013. №10. С. 6-8.

5. Спиричев В.Б., Шантюк Л.Н., Позняковский В.М. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология. 2-е изд. Новосибирск, 2005. 548 с.

6. Капрельянц Л.В. Функциональные продукты питания: современное состояние и перспективы развития. *Продукты и ингредиенты*. 2004. № 1. С. 22-24.

7. Капрельянц Л.В., Йоргачова К.Г. Функціональні продукти. Одеса, 2003. 312 с.

8. Капрельянц Л.В., Шерстобитов В.В., Рекичанская Л.В. Углеводные пребиотические вещества из сои. *Зерновые продукты и комбикорма*. 2005. № 2. С. 18-20.

9. Тугельян В.А., Позняковский В.М. Современное состояние и перспективы развития науки о питании. *Современные приоритеты питания, пищевой промышленности и торговли*. Москва, 2006. С 34-38.

10. Соломон А.М., Полева Ю.А. Кисломолочні десерти збагачені біфідобактеріями. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 2 (105). С. 66-74.

Богдан МАРУЩАК⁹,
магістрант 1-го року навчання,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

МОЛОЧНІ ПРОДУКТИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Анотація. Ферментовані молочні продукти є основними постачальниками пробіотичних мікроорганізмів, які сприяють підтримці і відновленню мікробної екології людини. До пробіотичних культур, які забезпечують корисну дію на організм споживача і нормалізують склад та функції мікрофлори шлунково-кишкового тракту, відносяться такі види

⁹Науковий керівник: доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Алла Соломон.

лакто- та біфідобактерій, як *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium* spp. (*B. adolescentis*, *B. animalis* ssp. *lactis*, *B. bifidum*, *B. longum*, *B. breve*).

Annotation. *Fermented dairy products are the main suppliers of probiotic microorganisms that contribute to the maintenance and restoration of human microbial ecology. Probiotic cultures that provide beneficial effects on the consumer's body and normalize the composition and functions of the microflora of the gastrointestinal tract include such types of lacto- and bifidobacteria as Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei, Bifidobacterium spp. (B. adolescentis, B. animalis ssp. lactis, B. bifidum, B. longum, B. breve).*

Вступ. Нераціональне, розбалансоване харчування розглядають як одну з передумов розладу ліпідного обміну і підвищеного вмісту холестерину, що, в свою чергу призводить до виникнення розвитку серцево-судинних захворювань.

Досліджено вплив теплової обробки на кисломолочні напої з стабілізаторами. Ступінь залежності ефективної вологи від температури майже для всіх зразків кисломолочних напоїв з стабілізаторами була на 25 % вища, ніж у контрольних зразках. Ступінь втрати ефективної в'язкості в діапазоні температур 4...18 °С може слугувати критерієм для оцінки стабілізуючого ефекту добавок, які характеризують стійкість структури до теплового навантаження. Пектини, які містяться в рослинній сировині і використовуються при виробництві широкого спектру продуктів в харчовій і фармацевтичній промисловості, відносяться до полісахаридів – гідроколоїдів. Пектини володіють функціональними властивостями стабілізатора з драглеутворюючими властивостями, що надає харчовим продуктам специфічної консистенції.

Досліджено вплив пектину на коагуляцію білків молока та фізико-хімічні показники кисломолочних продуктів, отриманих при використанні кислотного та термокислотного методів коагуляції. Встановлено, що присутність пектину суттєво впливає на процес утворення гелю та осаду у разі коагуляції білків. Підвищення температури призводить до ущільнення та зневоднення білків молока, а присутність пектину дещо нейтралізує ці процеси. Значно поширився інтерес до використання біофлавоноїдів в якості харчової добавки в продуктах лікувально- профілактичного призначення. Це можна пояснити широким спектром їх біологічної активності, насамперед вітамінної, антимікробної та антиоксидантної дії.

Таким чином, інтерес до традиційних кисломолочних продуктів величезний, оскільки різноманітність їх мікрофлори, специфічні смакові характеристики, підтвержені віковим досвідом лікувально – профілактичних властивостей, дають можливість не тільки повторювати технології традиційних продуктів, а й моделювати нові[2].

Використання багатоштамових заквасок в технології кисломолочних продуктів широко застосовується вже не одним поколінням фахівців молочної промисловості.

Метою даної роботи є наукове обґрунтування кисломолочного напою змішаного бродіння з підвищеною біологічною цінністю і стабільною якістю на основі традиційних кисломолочних продуктів.

Виклад основного матеріалу. Нові види кисломолочних продуктів так само, як правило, конструюються з використанням багатокomпонентних заквасок, до складу яких включені мікроорганізми, що утворюють симбіози або консорціуми при спільному розвитку [4]. Це дозволяє отримати кисломолочний продукт зі зниженою кислотністю, але володіє пробіотичними характеристиками.

Крім молочнокислих мікроорганізмів сьогодні широко використовуються і біфідобактерії [3]. Для отримання кисломолочного продукту готують молочну суміш, яку пастеризують і охолоджують до температури заквашування. Потім вносять комбіновану закваску в кількості 3-5% з культур біфідобактерій, пропіоновокислих бактерій, ацидофільної палички і лактококів. Сквашування здійснюють при температурі 32-37°C до утворення згустку кислотністю 90-105°Т, після цього проводять зневоднення згустку до досягнення масової частки вологи в готовому продукті 83-85 %, охолоджують і фасують. Використовувані культури дозволяють посилити пробіотичні властивості продукту і підвищити його якість. Пропонується технологія кисломолочного продукту, який заквашується чистими культурами термофільного стрептококу, концентрату живих біфідобактерій з вихідним титром 10^8 - 10^9 КУО. Нормалізоване молоко змішується з вівсяними пластівцями, нормалізовану суміш гомогенізують і пастеризують потім отриману суміш охолоджують до температури заквашування, додають в неї закваску чистих культур термофільного стрептокока спільно з концентратом живих біфідобактерій [5]. Винахід дозволяє розширити асортимент дієтичних кисломолочних продуктів, створити кисломолочний продукт, який не викликає алергічних реакцій, має збалансований смак, високу харчову цінність і високі профілактичні властивості. Автори також пропонують метод отримання кисломолочного продукту з використанням штамів *Lactococcus lactis*, що сприяють розвитку *Bifidobacterium sp. Bacteria* [3,8].

Звертає на себе увагу, те, що в останні роки все активніше до складу заквасочних культур включаються дріжджі. Причому крім модифікацій досить відомих продуктів: кефіру, айрану, створюються нові симбіотичні закваски з чистими культурами дріжджів, що позиціонуються і як культури, що надають смако-ароматичні властивості, так і як пробіотичні композиції [5,6].

Основна складність застосування багатоштамових заквасок – облік взаємовідносин мікроорганізмів. Відомо, що між мікроорганізмами заквасок мікрофлори можуть виникати такі види взаємин: симбіоз, антагонізм і паразитизм. Характер взаємин між одними і тими ж молочнокислими бактеріями може змінюватися в залежності від складу середовища і умов

культивування. Є спостереження про сприятливу дію одних видів молочнокислих бактерій.

В результаті вивчення мікрофлори встановлено, що при розвитку в молоці спільної культури *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* і *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* кислотообразование відбувається інтенсивніше, ніж при розвитку кожної культури окремо.

Взаємини між молочнокислими бактеріями і дріжджами в більшості випадків можна назвати симбіотичними. Є чимало вказівок на стимулюючу дію дріжджів по відношенню до молочнокислих бактерій. Молочнокислі бактерії в змішаній культурі з дріжджами зберігали активність протягом багатьох місяців при кімнатній температурі.

Стійкість молочнокислих бактерій до етилового спирту - основного продукту бродіння дріжджів - значно вище, ніж у самих дріжджів і більшості не молочнокислих бактерій. Деякі молочнокислі бактерії, виділені з вина, витримували вміст у середовищі до 20-22 % спирту. Молочнокислі бактерії, виділені з молочних продуктів, трохи чутливіші до спирту, але все ж витримують досить високі його концентрації 12-18 %. Дріжджі в свою чергу проявляють високу стійкість до молочної кислоти - основного продукту життєдіяльності молочнокислих бактерій.

Прикладом міцних симбіотичних взаємовідносин між молочнокислими бактеріями і дріжджами є кефірний грибок. Спільно зі *Streptobacterium* дріжджі можуть зберігатися в молоці тривалий час без помітного зниження кількості. Те ж спостерігається при спільному культивуванні в молоці ацидофільних бактерій з дріжджами.

Досліди по сквашування молока спільними культурами стрептококів і дріжджів показали, що кількість дріжджів в заквасці не повинно перевищувати 50 тис/мл. В іншому випадку в заквасці відзначався дріжджовий присмак, іноді - газоутворення.

В результаті тривалого спільного культивування з дріжджами молочнокислі бактерії нерідко змінюють свої морфологічні, культуральні та біохімічні властивості. При цьому підвищується їх енергія кислотоутворення і антибіотична активність. Таким чином, кінцева мета з'єднання штамів різних видів бактерій – встановлення максимально стабільної рівноваги між штамми, більш швидкого розвитку бактерій і синтезу продуктів їх метаболізму, посилення антагоністичної активності до патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів.

Тому, до складу заквасок включають спеціально підібрані штами з комплексом властивостей, які повинні поєднуватися один з одним і забезпечувати отримання продукту із заданими характеристиками: консистенцією, смаком, ароматом.

Основна роль дріжджів – створення смакоароматичних характеристик за рахунок утворення метаболітів: органічних сполук, спирту, вуглекислого газу. Лактобактерії, головним чином, відповідають за формування консистенції продукту, формування згустку, густоту, щільність.

При переважанні термофільної мікрофлори напої мають густу щільну консистенцію. Це пов'язано з включенням прошарків екзополісахаридів в казеїнові матриці, збільшенням відстані між казеїновими міцелами, яке, в свою чергу, призводить до підвищення вологоутримуючої здатності і м'якою текстурою.

Передбачуване поєднання мікроорганізмів в заквасці продукту, змішаного бродіння: *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, є типовим для багатьох традиційних кисломолочних напоїв.

А симбіотичний зв'язок цих молочнокислих мікроорганізмів вже давно доведена [7] і підтверджена сучасними методами досліджень. У продуктах змішаного бродіння ці види мікроорганізмів сприяють формуванню типового приємного смаку і запаху кисломолочних продуктів і досить щільної консистенції. Як вже зазначалося вище *Kluuveromyces lactis* – дріжджі, що зустрічаються в кефірі та деяких видах сиру.

З іншого боку, кінцевими продуктами метаболізму *Kluuveromyces lactis* крім етанолу є органічні нижчі жирні кислоти і їх похідні (оцтова, метилпропіонова, метилбутанова кислоти), альдегіди і кетони. Очікуваний нами результат комбінування дріжджів *Kluuveromyces lactis* і лактобактерій *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* – напій, що володіє досить густою консистенцією, приємним кисломолочним смаком зі специфічним ароматом, властивим продуктам змішаного бродіння.

Комбінування заквасочних культур з різними оптимальними температурами культивування в першу чергу має на увазі визначення режимів бродіння, які можуть забезпечити в рівній мірі розвиток всіх мікроорганізмів і продукування метаболітів, необхідних для формування якісних характеристик продукту в процесі його виробництва і зберігання.

При культивуванні *Kluuveromyces lactis* на щільному живильному середовищі при різній температурі протягом 3 діб таблиці 1 при 10°C і 4°C колонії були відсутні, причому при зміні умов культивування (термостатування при 30°C) зростання культури поновлювався.

Таблиця 1

Вплив температури на ріст культури *K. lactis*

Температура культивування, °C	30	20	10	4
Кількість колоній, дріжджів	30±5	12±3	-	-

Колонії мали типовий вигляд для *Kluuveromyces lactis*: світло-кремового, округлої форми, з блискучою глянцевою поверхнею. Клітини дріжджів - овальної форми, повністю фарбує метиленовою синню, при температурі культивування 30°C були видні клітини.

Оскільки природними джерелами дріжджів *Kluuveromyces lactis* є природні симбіози мікроорганізмів кефіру і м'яких сирів, то можна припустити, що

спільний розвиток *Kluyveromyces lactis* і лактобактерій може позитивно вплинути на розвиток дріжджів при знижених температурах. З іншого боку, з огляду на їх гарне зростання при 30 °С, виникає питання про проведення одностадійного процесу бродіння лактобактерій і дріжджів, минаючи етап дозрівання.

Висновок. Більшість кисломолочних продуктів є продуктами змішаного бродіння, для яких характерна наявність бактерій виду *Lactobacillus*, *Lactococcus* і *Leuconostoc* і дріжджовий мікрофлорі *Candida*, *Saccharomyces*, *Kluyveromyces*, процес сквашування напою змішаного бродіння може проводитися при температурі 40±2 °С, з формуванням специфічних смакових характеристик.

Стимулювання зростання дріжджовий складової закваски - *Kluyveromyces lactis* відбувається тільки при активному розвитку молочнокислої мікрофлори, сприяє підвищенню антагоністичних властивостей продукту по відношенню до деяких умовно-патогенних штамів мікроорганізмів.

Список використаних джерел

1. Соломон А. М., Бондар М. М. Fermented desserts of functional purpose using vegetables. *Збірник наукових праць «Аграрна наука та харчові технології»*. 2018. № 3 (102). С. 168–179.
2. Solomon, A., Bondar, M., Dyakonova, A. Substantiation of the technology for fermented sourmilk desserts with bifidogenic properties. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologiethis link is disabled*. 2019. 1(11-97), С. 6–16
3. Дідух Н.А., Чагаровский О.П., Лисогор Т.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначенні. ОНАХТ: «Поліграф». 2008. 234 с.
4. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Обґрунтування складу ферментованих продуктів з використанням рослинних наповнювачів. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3 (110). С. 126–134.
5. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Пробиотики і їх роль у виробництві кисломолочних продуктів спеціального призначення. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 3 (106). С. 56–65.
6. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Кисломолочні десерти збагачені біфідобактеріями. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 2 (105). С. 66–74.
7. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Інноваційна технологія виробництва кисломолочного напою для харчування людей похилого віку. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 1 (108). С. 65–74.
8. Дейниченко Г. В. Функціонально-технологічні властивості багатокомпонентних систем на основі концентрату зі склотин. *Збірник наук. праць ЛНАУ. Серія: Технічні науки*. Луганськ: Видавництво ЛНАУ. 2008. № 88. С. 138–140.

Вікторія РАТУШНА¹⁰,
магістрантка 1-го року навчання,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ФУНКЦІОНАЛЬНІ КИСЛОМОЛОЧНІ НАПОЇ В ДІЄТИЧНОМУ ХАРЧУВАННІ

***Анотація.** Державна політика в галузі здорового харчування – своєчасне і життєво необхідне завдання, оскільки не адекватне фізичним потребам організму харчування сьогодні представляє загрозу національній безпеці країни.*

Доведено, що шкоду здоров'ю наносить недостатнє надходження з їжею вітамінів, мінеральних речовин і мікроелементів, внаслідок чого знижується фізична і розумова працездатність, опір різним захворюванням, посилюється негативна дія на організм несприятливих екологічних умов, шкідливих факторів виробництва, нервово-емоційне напруження і стреси.

Позитивний ефект кисломолочних продуктів для організму людини фахівці пов'язують із наявністю в них фізіологічно активних функціональних інгредієнтів, які здатні здійснювати різні види фізіологічного впливу.

***Annotation.** State policy in the field of healthy nutrition is a timely and vital task, because inadequate nutrition for the physical needs of the body today poses a threat to national security.*

It is proved that the damage to health is caused by insufficient intake of vitamins, minerals and trace elements, resulting in reduced physical and mental performance, resistance to various diseases, increased negative effects on the body of adverse environmental conditions, harmful production factors, nervous and emotional stress and stress.

Experts associate the positive effect of fermented milk products for the human body with the appearance in them of physiologically active functional components, which are also useful in a physiological form.

***Вступ.** Правильне харчування з урахуванням умов життя, праці та традицій забезпечує сталість внутрішнього середовища організму людини, діяльність різних органів і систем [1].*

В останні роки стан харчування населення України характеризується негативними тенденціями, як по відношенню до енергетичної адекватності, так і стосовно хімічного складу раціонів [5]. Суттєву шкоду здоров'ю наносить недостатнє надходження з їжею вітамінів, мінеральних речовин і мікроелементів, внаслідок чого знижується фізична і розумова працездатність, опір різним захворюванням, посилюється негативна дія на організм

¹⁰ Науковий керівник: доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Алла Соломон

несприятливих екологічних умов, шкідливих факторів виробництва, нервово-емоційне напруження і стреси. Це призводить до швидкого зношування організму, скорочується активна працездатність людини [6].

Сучасна концепція позитивного харчування включає створення технології виробництва якісно нових харчових продуктів з направленими змінами хімічного складу, що відповідає фізіологічним потребам людини – функціональні харчові продукти [8].

Продукти функціонального призначення – це продукти які займають місце між продуктами загального вжитку, тими, що входять до раціону основних груп населення, та продуктами, які мають лікувальне призначення. Саме такі продукти здійснюють позитивний вплив на людський організм, адже містять фізіологічно функціональні харчові інгредієнти, які здійснюють біологічно значимий вплив на органи та системи організму людини частково або в цілому, в т. ч. – на систему травлення.

Технологічні особливості збагачення традиційних харчових продуктів залежать від рецептурного складу, фізичних і механічних властивостей (враховуючи термічну й хімічну стійкість), технологічні умови отримання готового харчового продукту.

Виклад основного матеріалу. Завдяки повноцінному складу молоко може бути оптимальною сировиною для створення продуктів функціонального харчування.

До найбільш поширених молочних продуктів функціонального призначення відносяться традиційні кисломолочні продукти (кефір, ряжанка, варенець, кисле молоко, ацидофілін та ін.). Їх систематичне вживання сприяє підтримці і відновленню мікробної екології в організмі людини, в першу чергу шлунково-кишкового тракту.

Кисломолочні продукти містять необхідні для нормальної життєдіяльності організму вітаміни. Мікрофлора кисломолочних продуктів синтезує вітаміни С, В₁, В₂.

Кисломолочні продукти містять живі мікроорганізми, в тому числі пробіотики, які в організмі людини створюють несприятливі умови для розвитку патогенної мікрофлори.

Пробіотик – функціональний харчовий інгредієнт у вигляді корисних для людини (не патогенних і нетоксикогенних) живих мікроорганізмів, що забезпечує при систематичному вживанні людиною в їжу безпосередньо у вигляді препаратів або біологічно активних добавок, сприятливо діє на організм людини в результаті нормалізації складу і підвищенню біологічної активності нормальної мікрофлори кишківника.

У процесі життєдіяльності молочнокислих бактерій накопичується комплекс біологічно активних речовин (ферментів, молочної та оцтової кислот, антибіотичних речовин). Дієтичні кисломолочні продукти покращують обмін речовин, стимулюють виділення шлункового соку, збуджують апетит.

Оздоровлення організму людини і забезпечення його активної життєдіяльності на основі використання кисломолочних продуктів з

функціональними властивостями є новим перспективним напрямком у медицині і нутриціології, як її складової частини.

Пребіотик – функціональний харчовий інгредієнт у вигляді речовини або комплексу речовин, що забезпечує при систематичному вживанні в їжу людиною в складі харчових продуктів сприятливу дію на організм людини у результаті виборчої стимуляції росту і підвищення біологічної активності нормальної мікрофлори кишківника. Основними видами пребіотиків є: полісахариди, поліспирти, амінокислоти і пептиди, ферменти, органічні низькомолекулярні і ненасичені вищі жирні кислоти, антиоксиданти, корисні для людини рослини і мікробні екстракти.

Пребіотики, досягаючи товстої кишки, починають створюючи переваги для зростання і розмноження тільки корисних бактерій, відбувається селективна стимуляція зростання резидентних біфідобактерій в шлунково-кишковому тракті людини. Таким чином, використання у харчуванні кисломолочних продуктів, збагаченого пребіотичними та пробіотичними культурами дозволить у значній мірі покращити якість харчування людини.

Цінність кисломолочних продуктів у функціональному харчуванні обумовлюється насамперед унікальним складом мікрофлори, харчовою і біологічною цінністю продуктів.

Для того, щоб зробити висновок про харчову цінність кисломолочних продуктів необхідно детально розглянути харчові речовини, що входять до його складу.

Домінуючим вуглеводом кисломолочних продуктів є лактоза. Вплив лактози кисломолочних продуктів на організм людини з її непереносимістю значно відрізняється від впливу на організм цієї категорії людей лактози молока.

Високий ступінь засвоюваності вуглеводів кисломолочних продуктів означає, що цей продукт можна розглядати, як корисне джерело енергії для його споживачів.

Білки молока є біологічно повноцінними. Як сироваткові білки (α-La і Ц-Lg), так і казеїни містять всі незамінні амінокислоти. У молочному білку містяться практично всі життєво важливі і необхідні організму амінокислоти: альбумін, глобулін, лізин, аргінін, казеїн, валін, лейцин, а також практично повністю зберігаються в кисломолочних продуктах.

Білки кисломолочних продуктів повністю перетравлюються у травному тракті людини, причому перші стадії розщеплення білків в деякій мірі вже відбуваються під впливом ферментів заквасок мікрофлори.

Ступінь розщеплення білків залежить від виду бактерій, але невелика кількість амінокислот і пептидів завжди утворюється вже на стадіях приготування кисломолочних продуктів. Білки перед надходженням в травний тракт вже знаходяться в коагульованому стані і при попаданні в шлунок утворюють пухкий, ніжний згусток. Таким чином, кисломолочні продукти є прекрасним джерелом легкозасвоюваного повноцінного білка.

Вміст жирів в кисломолочних продуктах коливається від 0,1 до 10%.

Незважаючи на те, що на даний час більшість споживачів стурбоване проблемою здорового харчування і часто вибирає знежирені продукти, не можна забувати, що ліпіди є невід'ємною складовою частиною збалансованого харчування. Організм людини потребує у ліпідах в силу наступних обставин: відкладення жирів, що складаються з насичених жирних кислот, є запасним енергетичним матеріалом організму, а також захистом для життєво важливих органів, структурні ліпіди поряд з білками беруть участь у побудові мембран тваринних клітин, особливе значення це має для клітин головного мозку.

Говорячи про переваги кисломолочних продуктів з високим вмістом жирів, слід зазначити, що жири молока містять надзвичайно широкий діапазон жирних кислот.

Вміст вітамінів у кисломолочних продукту може коливатися в залежності від виду продукту, способу його виробництва, від виду добавки і смакових наповнювачів, заквасок мікрофлори. Приблизний вміст вітамінів у кисломолочному продукті як йогурт і в незбираному молоці наведено в таблиці 1.

У порівнянні з натуральним незбираним молоком кисломолочні продукти, як правило, характеризуються підвищеним вмістом (на одиницю маси продукту) неорганічних речовин.

Таблиця 1

**Вміст вітамінів у йогурті та незбираному молоці
(всі показники подані на 100 г продукту)**

Склад	Незбиране молоко	Йогурт			
		знежирений	жирний	нежирний	нежирний фруктовий
Ретинол, мг	52	1	28	8	10
Каротин, мкг	21	-	21	5	4
Тіамін, (В1), мкг	30	40	60	50	50
Рибофлавін (В2), мкг	170	170	270	250	210
Піридоксин (В6), мкг	60	60	100	90	80
Ціанкобаламін, (В12)	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2
Вітамін С, мг	1	1	1	1	1
Вітамін Д, мкг	0,03	-	0,04	0,01	0,01
Вітамін Е, мкг	90	-	50	10	10
Фолієва кислота, мкг	6	5	18	17	16
Нікотинова кислота, мкг	100	100	200	100	100
Пантотенова кислота, мкг	350	320	500	450	330
Біотин, мкг	1,9	1,9	2,6	2,9	2,3
Холін, мг	12,1	4,8	-	0,6	

Кисломолочні продукти є джерелом кальцію для людей, що не сприймають лактозу. Кальцій, що знаходиться в кисломолочних продуктах, набагато краще засвоюється організмом. У кисломолочних продуктах в значних кількостях присутні також фосфор, магній і цинк.

Висновок. Використання функціональних інгредієнтів, сприяє адаптації організму людини до несприятливих зовнішніх умов при харчуванні населення. Дає можливість задовольнити фізіологічні потреби людини в харчових речовинах, за рахунок розширення асортименту симбіотичних продуктів на споживчому ринку.

Список використаних джерел

1. Батурин А. К., Мендельсон Г. И. Питание и здоровье: проблемы XXI века. *Пищевая промышленность*. 2005. № 5. С. 105–107.
2. Saarela M. Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. *Journal of Biotechnology*. 2000. № 84. P.197–215.
3. Покровский В. И. Политика здорового питания. Федеральный и региональный уровни. *Новосибирск: Сибирское университетское издательство*. 2002. 344 с.
4. 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.
5. Соломон А. Н. Выбор и обоснование функциональных бифидостимулирующих ингредиентов для десертных ферментированных продуктов. *Сборник научных трудов «Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья»*. Минск, Выпуск 12. 2018. С. 62–71.
6. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Обгрунтування складу ферментованих продуктів з використанням рослинних наповнювачів. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3 (110). С. 126–134.
7. 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.
8. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Кисломолочні десерти збагачені біфідобактеріями. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 2 (105). С. 66–74.

Богдан МАГДІЙ¹¹,
магістрант 1-го року навчання,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

КИСЛОМОЛОЧНІ НАПОЇ НА ОСНОВІ ФІТОСИРОВИНИ

***Анотація.** Проблема повного і раціонального використання молочної сироватки існує у всіх країнах з розвинутою молочною промисловістю. Це зумовлено значними обсягами молочної сироватки, одержуваної за традиційною технологією у виробництві білково-жирових продуктів. У країнах характеризуються сучасною технічною базою (США, Канада, Німеччина, Франція, Швеція) молочна промисловість переробляє 50-95% сироватки. У нашій країні її промислова переробка становить близько 50%, у тому числі на харчові цілі менше 20%. Частина сироватки зливається в каналізацію без обробки, що завдає непоправної шкоди довкіллю (скидання у водойми 1 м³ сироватки забруднює 600 м³ води).*

***Annotation.** The problem of complete and rational use of whey exists in all countries with a developed dairy industry. This is due to large volumes of whey obtained using traditional technology in the production of protein and fat products. In countries characterized by a modern technical base (USA, Canada, Germany, France, Sweden), the dairy industry processes 50-95% of whey. In our country, its industrial processing is about 50%, of which less than 20% is for food purposes. Part of the whey is discharged into the sewer without treatment, which causes irreparable harm to the environment (discharge of 1 m³ of whey into water bodies pollutes 600 m³ of water).*

***Вступ.** Широкі перспективи у виробництві продуктів на основі молочної сироватки має, на наш погляд, використання як збагачувачів продуктів переробки місцевої фітосировини і солей природних мінеральних вод.*

Лікарсько-технічна сировина є найважливішим джерелом надходження в організм людини вітамінів, клітковини й інших біологічно активних речовин, характеризується рядом технологічних властивостей; солі природних мінеральних вод є джерелом комплексу мінеральних речовин. Дані види сировини є перспективними у виробництві продуктів на основі молочної сироватки, тому що сировинні можливості дозволяють задовольнити харчову промисловість у цих видах сировини і виробництво товарів з їх використанням не створює передумов до виникнення різних алергічних захворювань, пов'язаних із вживанням населенням незвичних імпортованих продуктів і напоїв [2].

Багато науково-дослідних установ проводять роботу зі створення нових

¹¹Науковий керівник: доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Алла Соломон.

видів продуктів із фітосировини з метою більш повного збереження біологічно активних речовин для подальшого їх використання підприємствами харчової промисловості. Це дає змогу випускати високоякісну конкурентоспроможну продукцію.

Дикорослі плоди та ягоди і продукти їх переробки багаті на комплекс натуральних БАР, серед яких особливе місце посідають фенольні речовини, за складом і вмістом яких вони значно перевершують культурні сорти. Фенольні речовини здатні нейтралізувати, зв'язувати і виводити з організму шкідливі для здоров'я людини компоненти, а також стимулювати імунну систему організму. Ці чинники особливо важливі за нинішньої екологічної ситуації у світі [3].

Більшість фенольних речовин є природними антиоксидантами і набувають широке застосування у харчовій промисловості [1]. Висока харчова та біологічна цінність у поєднанні з хорошими органолептичними показниками все це є цінною сировиною для виробництва продуктів харчування. Дикорослі ягоди є натуральними вітаміноносіями і різноманітних біологічно та фізіологічно активних речовин. До найбільш цінних дикорослих культур відноситься поширена в Україні і здавна відома населенню бузина чорна. Цінність цієї рослини підтверджена багатовіковим використанням її у різноманітних галузях діяльності людини. Людина знайшла застосування всій рослині – від коренів і гілок до квіток і ягід. Дослідження, які спрямовані на вивчення біологічно активного комплексу ягід бузини чорної, обґрунтування вибору найбільш ефективного способу вилучення фенольних сполук із сировини у сік у процесі переробки і створення на їх основі продуктів харчування підвищеної біологічної цінності є актуальними [4].

Виклад основного матеріалу. Харчова та біологічна цінність рослинної сировини зумовлена її хімічним складом, який залежить від сорту, місця зростання, часу збору, кліматичних умов, технології переробки та інших чинників. Водночас актуальною проблемою у переробці плодово-ягідної сировини є забезпечення найбільш повного вилучення його цінних компонентів (вуглеводи, багатоатомні спирти, пектин, азотисті речовини, вітаміни, мінеральні речовини і т.д.).

Бузина чорна (*Sambucus nigra* L.) Місцеві назви – *бозняк, буз, самбук, бездеревко*. Отруйна рослина, може також використовуватися як лікарська. Поширена майже по всій території України, особливо у правобережному і лівобережному Лісостепу, Закарпатті, Прикарпатті, Поліссі, рідше у Степу, в Криму і в Карпатах. Промислова заготівля можлива у Закарпатській, Тернопільській, Львівській, Волинській, Київській, Сумській, Харківській, Полтавській, Черкаській, Хмельницькій та Донецькій областях. Запаси сировини значні. Харчова, медоносна, лікарська, фарбувальна, ефіроолійна, інсектицидна і декоративна рослина [5].

У науковій медицині застосовують квітки, квіткові бруньки й листки. Їх використовують як потогінний і сечогінний засіб, при простуді, кашлі, для інгаляції та полоскань, а препарати з них – при ларингітах, бронхітах, грипі, захворюванні нирок і сечового міхура, при невралгіях. Листки містять алкалоїд

самбунігрин, альдегіди, ефірну олію, вітамін С (близько 280 мг%), каротин (14-50 мг%). У корі містяться ефірні олії, холін, фітостерин, цукри, кислоти, пектинові й дубильні речовини. У листках бузини чорної і трав'янистої містяться алкалоїд коніїн і глюкозид самбунігрин, який відщеплює синильну кислоту (10 мг на 100 г свіжих листків). За даними досліджень, зрілі ягоди бузини чорної містять 83-85% вологи, 6,0-8,0% моноцукрів – майже порівну глюкози і фруктози, 1,5-2,0% сахарози, 1,3-1,4% органічних кислот, пектинових речовин – 1,0-1,2%, є також невелика кількість амінокислот і карбонових кислот. У складі мінеральних речовин бузини виявлені: Mn, Ca, K, Ba [6].

Особливе місце серед рослинної сировини, яка містить значну кількість БАР, посідають дикорослі ягоди – натуральні вітаміноносії, для яких характерні різні лікувально-профілактичні властивості. Нині в Україні є можливість їх заготовляти до 1 млн. тон на рік, проте фактично заготівля дикорослих ягід становить близько 20,0 тис. тон [2, 4], тобто їх потенціал використовується недостатньо. Серед продуктів із дикорослих ягід особливе місце посідають пастоподібні напівфабрикати-добавки у формі паст, пюре, які відносяться до функціональних продуктів. Вони є незамінними натуральними збагачувачами різними БАР, барвниками, структуроутворювачами для продуктів харчування, у тому числі в солодкі страви [1,8].

Найважливішим показником ступеня використання плодово-ягідної сировини є вихід натурального соку. Він залежить від виду сировини, його фізіологічних і біохімічних властивостей. Щоб вихід соків був максимальним, використовують плоди з певним ступенем стиглості (вони не повинні бути ні недозрілими, ні перезрілими). У таблиці 1 представлений вихід соку із плодово-ягідної сировини бузини чорної.

Таблиця 1

Вихід соку із ягід чорної бузини

Сировина	Вихід соку із 1 кг сировини, г
Зрілі ягоди	620±30
Перезрілі ягоди	570±10

Як видно з таблиці 1, найбільший вихід соку – 62% із зрілих плодів чорної бузини, тоді як вихід соку із перезрілих всього – 57%. Сік із недозрілих плодів містить недостатню кількість сухих розчинних речовин, а з перезрілих чи тонкоподрібнених плодів виходить маса, яка погано фільтрується, забиваючи фільтрувальний матеріал, та освітлюється і залишається каламутною.

Важливою задачею є не тільки вилучення із сировини біологічно активних речовин, але й збереження їх у готовому продукті. З цією метою було проведено пастеризацію одержаного соку різними температурними режимами і встановлено, що термічна обробка до температури 78±2⁰С для інактивації власного оксидазного комплексу ферментів дає змогу отримати сік, який максимально зберігає антоціанові речовини [6].

Сік із бузини чорної має хороші органолептичні властивості і високий вміст біологічно активних речовин – вітамінів, мінеральних солей, поліфенолів.

Сироп виробляли за загальноприйнятою технологією напівгарячим способом. У суміш води і частини соку (за рецептурою) температурою 50°C при перемішуванні вносили всю кількість цукру, призначеного для приготування цукрового сиропу. Після цього суміш швидко доводили до кипіння і кип'ятили 30 хвилин, видаляючи періодично піну, що утворюється. Суміш фільтрували в гарячому стані, швидко охолоджували до температури 20°C. Усі зазначені компоненти ретельно перемішували і охолоджували до температури 8±2°C.

Сиропа, виготовлені за вказаною технологією, є прозорою в'язкою рідиною без осаду і сторонніх часток, темно-фіолетового кольору, кисло-солодкого, терпкого смаку з ароматом, властивим використовуваній сировині. Сироп містить біологічно активні речовини, що дозволяє підвищити харчову цінність нових комбінованих продуктів харчування [7].

Для органолептичної оцінки якості сиропи розводили водою, охолодженою до температури 12±2°C у співвідношенні 1:10 і дегустували за загальноприйнятими методами.

У світі існує проблема повного та раціонального використання молочної сироватки, одержуваної значними обсягами при виробництві білково-жирових продуктів (кисломолочних сирів, сичужного сиру, казеїну). Тому, в сучасних умовах, абсолютно очевидно одне з перспективних напрямків використання сироватки у виробництві напоїв з підвищеними органолептичними і харчовими властивостями (шляхом внесення фітосиропів).

Для проведення дослідження використовували сирну сироватку, що має наступні показники: масова частка сухих речовин – 5,6±0,15%, в тому числі лактози – 3,5±0,3%; масова частка жиру – 0,2±0,03%; щільність – 1018-1027 кг/м³; кислотність – 60-75°Т; активна кислотність (рН) – 4,5.

Для розробки технології виробництва напоїв на основі молочної сироватки експериментально досліджувався вплив на їх органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники фітосиропу у різних співвідношеннях.

Нами були випробувані різні варіанти напоїв, що містять сироп і сироватку в таких пропорціях: 10:90, 15:85, 25:75. На підставі проведених органолептичних досліджень найвищу оцінку – 17 балів, отримали напої із співвідношенням сироп : сироватка – 15:85. Таким чином, доза сиропу в напоях становить 15%.

Для дослідження готували напій на основі молочної сироватки наступним способом: сирну сироватку фільтрували, нагрівали до температури 93±2°C, витримували 30 хвилин і охолоджували до температури 35°C протягом 5-6 годин для освітлення, знову фільтрували із змішували з сиропом, охолоджували до температури 4±2°C.

Технологічна схема виробництва напоїв із додаванням сиропу чорної бузини на основі молочної сироватки наступна: отриману при виробництві сиру сироватку фільтрують, сепарують, потім пастеризують при 93±2°C із витримкою 30 хвилин і охолоджують до температури 35°C протягом 5-6 годин

для осадження білка. Після осадження білка сироватку обережно зливають в інший резервуар, не допускаючи дроблення білкового згустку. У резервуар з підготовленою сироваткою подають сироп. Готовий напій охолоджують до температури $6\pm 2^{\circ}\text{C}$ і розливають на розливних машинах у тару місткістю $0,5\text{ дм}^3$ і направляють в холодильну камеру на зберігання.

Готові напої на основі молочної сироватки досліджували за органолептичними показниками (табл. 2).

Таблиця 2

Органолептичні показники напою на основі молочної сироватки

Назва показника	Характеристика	
	Співвідношення сироп: сироватка	
	15:85	25:85
Зовнішній вигляд	Прозора однорідна рідина	Прозора однорідна рідина
Колір	Світло-фіолетовий, рівномірний по всій масі	Насичено фіолетовий, рівномірний по всій масі
Смак та аромат	Смак кисло-солодкий, освіжаючий, властивий використуваному сиропу	Кислий, виражений смак сиропу

Висновки. Доведено можливість використання лікарсько-технічної сировини (продуктів переробки плодів бузини чорної) у виробництві продуктів на основі молочної сироватки як джерело вітамінів і мінеральних речовин.

Список використаних джерел

1. Чернюшок О.А., Кочубей-Литвиненко О.В., Василів В.П., Дашковський Ю.О., Ардинський О.В., Федоренко Л.А. Сироватка молочна – біологічно цінний продукт. *Харчова наука і технологія*. 2011. № 1. С. 40-42.
2. Сімахіна Г.О., Федоренко Т.І. Нові композиції на основі харчової клітковини дезінтоксикаційної та адаптогенної дії. *Харчова промисловість*. 2016. № 18. С. 31-35.
3. Хомич Г.П. Зміна вмісту біологічно активних речовин горобини чорноплідної при виробництві соків. *Харчова наука і технологія*. 2013. № 4. С. 35-38.
4. Хомич Г.П., Положишникова Л.О. Зміна вмісту біологічно активних речовин бузини чорної при виробництві соків. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2015. № 5. С. 62-67.
5. Вельма В.В., Кисличенко В.С. Дослідження елементного складу плодів представників роду *Sambucus L.* *Матеріали міжнародної наукової конференції «Лікарські рослини: традиції та перспективи досліджень»*. 2006. С. 276-278.
6. Vulić, J., Vracar L., Sumic Z. Chemical characteristics of cultivated elderberry fruit [Text]. *Acta Periodica Technologica*. 2008. Vol. 39. P. 85-90.
7. Galić, A., The polyphenols stability, enzyme activity and physico-chemical parameters during producing wild elderberry concentrated juice [Text]. *Agric. conspec. sci.* 2009. Vol. 74. P. 181-186.

Ірина МАРКОВСЬКА¹²,
студентка 3-го року навчання,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ХАРЧОВІ ДОБАВКИ ТА ЇХ ФУНКЦІОНАЛЬНА РОЛЬ

***Анотація.** У сучасній харчовій промисловості використовуються різноманітні харчові добавки, метою використання яких в першу чергу є продовження терміну зберігання продукту, покращення органолептичних та фізико-хімічних показників.*

Харчові добавки (ХД) – природні або синтетичні речовини, які навмисно вводяться до продуктів харчування з метою надання їм необхідних властивостей і не вживаються самостійно у вигляді продуктів або звичайних компонентів їжі. На даному етапі технологічних класів харчових добавок нараховується вже близько 45, що вимагає додаткового рівня класифікації. Харчові добавки, як будь яка хімічна сполука, введена до складу харчового продукту може надавати токсичну дію, тому безпеці харчування приділяється особлива увага.

***Annotation.** In in the modern food industry, various nutritional additives are used, the purpose of which is, first of all, to extend the shelf life of the product, improve the organoleptic and physico-chemical parameters.*

Nutritional Supplements (HD) are natural or synthetic substances that are deliberately introduced into foods in order to provide them with the necessary properties and are not used independently in the form of products or ordinary food components. For the main purposes of introducing into a food product, which are determined by their technological functions, food additives are subjected to a certain classification: improving the appearance of the product (dyes, stabilizers, bleaching substances), taste regulation (flavors, sweeteners, acidity regulators), consistency regulation (thickeners, gel formers, stabilizers, emulsifiers, foaming agents), increasing the shelf life of the product (preservatives, antioxidants, moisture retainers, film formers). At this stage, such technological classes of nutritional additives are already around 45, which requires an additional level of classification.

***Вступ.** Розвиток харчової індустрії, сучасний рівень наукових досліджень, зростання обсягів виробництва продуктів харчування і розширення їх асортименту сприяють динамічному розвитку продовольчого ринку країни й визначають все більш широке використання харчових добавок в технології харчових продуктів. У виробництві молочних продуктів у сучасній харчовій промисловості використовуються різноманітні харчові добавки, метою*

¹²Науковий керівник: асистент кафедри харчових технологій та мікробіології ВНАУ Мар'яна БОНДАР.

використання яких в першу чергу є продовження терміну зберігання продукту, покращення органолептичних та фізико-хімічних показників.

Виклад основного матеріалу. Сучасне ставлення до харчування – це результат багатовікових спостережень, досліджень, які в сукупності створили обмірковану наукову теорію харчування. В останні роки людство значну увагу приділяє проблемам корисності продуктів повсякденного харчування для здоров'я.

Так з'явилися функціональні продукти. За сучасними уявленнями «функціональний харчовий продукт» – це будь-який модифікований продукт або харчовий інгредієнт, який сприятливо впливає на здоров'я людини, крім впливу традиційних речовин. За своїм призначенням функціональні продукти належать до продуктів масового вживання, мають вигляд традиційної їжі і призначені для харчування у складі звичайного раціону основних груп населення, але містять функціональні інгредієнти, які справляють біологічно-позитивний вплив на здоровий організм при обмінних процесах.

Вживання таких продуктів не є лікувальним прийомом у комплексній терапії захворювань, що визначають продукти лікувального харчування, але допомагають попередити деякі хвороби і старіння організму, який перебуває в екологічно несприятливих умовах[1].

Таким чином, при створенні функціонального продукту одним із основних етапів є вибір і обґрунтування функціональних інгредієнтів, які формують нові властивості продукту, що обумовлено його здатністю надавати позитивний фізіологічний вплив на той чи інший орган людини. Крім того, функціональні продукти змінюють поживні властивості харчового продукту, який не повинен відрізнятися від традиційної їжі. Сукупність поживних властивостей і цільового фізіологічного впливу визначає властивості функціонального продукту.

Розрізняють такі основні категорії функціональних харчових продуктів:

- натуральні продукти, які природно містять необхідну кількість функціонального інгредієнта або групи інгредієнтів;
- натуральні продукти, додатково збагачені будь-яким функціональним інгредієнтом або групою інгредієнтів;
- натуральні продукти, з яких вилучений певний компонент, що перешкоджає виявленню фізіологічної активності наявних в них функціональних інгредієнтів;
- натуральні продукти, в яких вихідні потенціальні функціональні інгредієнти модифіковані таким чином, що вони починають виявляти свою біологічну або фізіологічну активність або ця активність посилюється;
- натуральні харчові продукти, в яких збільшується біозасвоєваність функціональних інгредієнтів, що входять до їхнього складу, в результаті тих чи інших модифікацій;
- натуральні та штучні продукти, які в результаті застосування комбінації вище зазначених технологічних прийомів набувають здатності

зберігати і покращувати здоров'я людини і/або знижувати ризик виникнення захворювань [2].

Існують сучасні способи обробки молочної сировини для поліпшення її складу.

Фторування молока проводять для профілактики карієсу зубів.

Змішування соєвого і коров'ячого молока знижує вміст насичених жирних кислот і покращує співвідношення ненасичених і насичених кислот в цільному молоці.

Використання злакових наповнювачів для збагачення баластними речовинами, вітамінами і мікроелементами [3].

В основу розробки рецептури нових видів функціональних напоїв покладено принцип збагачення в першу чергу пектиновими речовинами і клітковиною. Це дозволяє використовувати їх з профілактичною метою для виведення радіонуклідів, токсичних елементів, захисту від негативного впливу екологічних чинників. Введення яблучного порошку дозволяє збагатити молочні продукти такими елементами: моноцукридами (глюкозою та фруктозою) при цьому зменшити вміст цукру; азотистими речовинами, в тому числі незамінними амінокислотами, в першу чергу триптофаном; мінеральними речовинами (макро- та мікроелементами); органічними кислотами (яблучною, янтарною, лимонною), (табл. 1).

Таблиця 1

Класифікація харчових добавок за індексом Є

Індекс Є	Назва класу харчових добавок	Індекс Є	Назва класу харчових добавок	Індекс Є	Назва класу харчових добавок
Є 100 і далі	Барвники	Є 600 і далі	Посильовачі смаку і аромату	Є 1100 і далі	Ферменти
Є 200 і далі	Консерванти	Є 700 і далі	Запасні індекси	Є 1200 і далі	Запасні індекси
Є 300 і далі	Антиоксиданти	Є 800 і далі	Запасні індекси	Є 1300 і далі	Запасні індекси
Є 400 і далі	Стабілізатори	Є 900 і далі	Протипінні речовини	Є 1400 і далі	Модифікований крохмаль
Є 500 і далі	Емульгатори	Є 1000 і далі	Глазуючі агенти	Є 1500 і далі	Спирти

Антиокисники (антиоксиданти, інгібітори окиснення) – речовини, що сповільнюють процеси окиснення харчових продуктів, захищаючи таким чином жири і жировмісні продукти від згіркнення, зберігаючи фрукти, овочі і продукти їх переробки від потемніння, сповільнюючи ферментативне окиснення (E300 – E399).

Вологоутримуючі агенти – гігроскопічні речовини, які регулюють активність води (aw) в харчових продуктах та зберігають їх таким чином від висихання і небажаних змін структури та текстури (E450, E1520). Гелеутворювачі для желеподібних продуктів на молочній і вершковій основі(желеутворювачі, желюючі речовини) – це речовини, здатні за певних умов утворювати гелі. Гелеутворювачі не є емульгаторами. У складі їх молекул

відсутні ліпофільні і гідрофільні групи, хоча деякі гелеутворювачі стабілізують емульсії. В першу чергу це відноситься до альгінатів, тому їх використовують в кисломолочних продуктах, що піддаються пастеризації. (E405, E407) [4].

Загущувачі – це речовини, які збільшують в'язкість харчових продуктів, загущуючи їх. Загущувачі покращують і зберігають структуру харчового продукту, дозволяють отримувати продукти з необхідною консистенцією, «тілом», яке позитивно впливає на смакові відчуття (E415, E440, E410, E1410, E1412, E1413, E1414) [5].

Консерванти – речовини, що пригнічують розвиток мікроорганізмів (E200, E300).

Барвники – речовини, що відновлюють природне забарвлення, втрачене в процесі обробки та зберігання, підвищують інтенсивність природного забарвлення, забарвлюють безбарвні продукти (E102, E110, E120, E124). Підкислювачі (кислоти) – речовини, які зумовлюють кислий смак харчового продукту.

Таблиця 2

Харчові добавки шкідливі

По безпечності і по впливу	Представники
Дуже небезпечні	E123, E510, E513, E527.
Небезпечні	E102, E110, E120, E124, E127, E129, E155, E180, E201, E220, E222, E223, E224, E228, E233, E242, E400, E401, E402, E403, E404, E405, E501, E502, E503, E620, E636, E637.
Канцерогенні	E131, E142, E153, E210, E212, E213, E214, E215, E216, E219, E230, E240, E249, E280, E281, E282, E283, E310, E954
Розлади шлунку	E338, E339, E340, E341, E343, E450, E461, E462, E463, E465, E466.
Розлади кишечника	E154, E626, E627, E628, E629, E630, E631, E632, E633, E634, E635.
Тиск	E154, E250, E252.
Шкіряні захворювання	E151, E160, E231, E239, E311, E312, E320, E907, E951, E1105.
Небезпечні для дітей	E270.
Підозрілі	E104, E122, E141, E171, E173, E241, E477.
Заборонені	E103, E105, E111, E121, E123, E125, E126, E130, E152, E211, E952.

Регулятори кислотності – речовини, що встановлюють і підтримують в харчовому продукті певне значення рН (E333, E339, E340, E341).

Підсилювачі (модифікатори) смаку та аромату підсилюють (модифікують) сприйняття смаку і аромату шляхом стимулювання закінчень смакових нервів, хоча самі підсилювачі можуть не мати ні власного запаху, ні смаку (E311).

Емульгатори – речовини, дозволяють отримувати або полегшувати одержання емульсій, а також їх стабілізувати (E433, E434, E435, E436, E457).

Наповнювачі – це інертні речовини, що застосовуються у виробництві низькокалорійних продуктів (E500).

У зазначених вище випадках навмисно наведені як приклад, в основному, саме консерванти, оскільки вони справді можуть бути небезпечними для здоров'я у разі їх надмірного споживання, але відмовитись від їх використання у харчовій промисловості, принаймні, при виробництві деяких продуктів, дуже складно. Шкідливі харчові добавки (таб.2).

Висновок. Встановлено що основні види харчових добавок, що використовуються в молочній промисловості, не відрізняються корисним впливом на організм людини але без них, нажаль, сучасне виробництво не може конкурувати на ринку харчових продуктів. Цілковита відмова від використання харчових добавок також призвела б до зникнення з полиць магазинів цілого ряду популярних продуктів, виробництво яких неможливе без використання суміші консервантів (зазвичай, використовується комбінація бензоату натрію (E211) та сорбату калію (E202), діоксид сірки (E220), які запобігають псуванню продуктів. Також, вони мають велику роль для технологій традиційних продуктів харчування майбутнього. Тому, бачучи букви «Е» на етикетці продукту, варто ставитись до харчових добавок із розумом.

Список використаних джерел

1. Санітарні правила і норми по застосуванню харчових добавок (наказ МОЗ України № 222 від 23.07.1996 р. зі змінами та доповненнями).
2. Закон України «Про безпечність та якість харчових продуктів» від 06.09.2005. Документ 2809-15. Голос України. 2005. №220. 69 с.
3. ДСТУ 4518:200 «Продукти харчові. Маркування для споживачів. Загальні правила» (з поправками та Зміною № 1). Київ. Держспоживстандарт України. 2010. 41 с.
4. Новгородська В.В., Блащук В.В. Використання білково-жирових емульсій при виробництві варених ковбасних виробів. *Наукові праці національного університету харчових технологій*. Т. 22. № 6. 2016. С. 189-194.
5. Бондар М.М., Соломон А.М., Віштак І.В., Войціцька О.М. Харчові добавки та їх функціональна роль. *Аграрна наука та харчові технології*. 2018. Вип. 4 (103). С. 130-138.

Анастасія МАРЧЕНКО¹³,
студентка 3-го курсу,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЯКІСТЬ ЧОРНОГО ШОКОЛАДУ, ЩО РЕАЛІЗУЄТЬСЯ НА РИНКУ УКРАЇНИ

***Анотація.** У статті розглядається реалізація чорного шоколаду, що виходить на ринок України. Досліджується товарознавча оцінка та органолептичні показники чорного шоколаду від різних виробників.*

***Annotation.** The article examines the sale of dark chocolate entering the market of Ukraine. The product evaluation and organoleptic indicators of dark chocolate from different producers are studied.*

Вступ. Визначення шоколаду набуло нових контурів зі збільшенням споживання чорного шоколаду – комерційне визначення чорного шоколаду розуміється як шоколад, який містить 70% або більше какао у своєму складі (хоча деякі виробники починають вважати гірким шоколад з 50%). Шоколад наближається до оригінального смаку гіркою напою, який пили ацтеки - *xocolatl* означає гірка вода – яка дала початок суміші какао і цукру, котру ми знаємо сьогодні. Але темний – або інтенсивний – шоколад не означає, що він зовсім позбавлений солодкості.

Виклад основного матеріалу. На сьогодні відомо, що чим вищий відсоток какао в шоколаді, тим менша його солодкість, оскільки він містить менше цукру та молока [1].

Зі зростанням якості бразильського какао, зміни зазнав і національний шоколад. Залежно від типу какао, який використовується, шоколад може мати різні смаки, наприклад, більш фруктовий, більш деревний або більш коричневого відтінку [2].

За визначенням, весь шоколад, у рецептурі якого міститься понад 50% какао-маси, можна класифікувати як чорний. Однак на ринку можна знайти різні варіації цієї концентрації в шоколадних цукерках, котрі є з унікальними характеристиками, які здатні задовольнити різні смаки.

Як відомо, темний шоколад може зменшити проблеми, пов'язані з артеріальним тиском, у короткостроковій перспективі завдяки стимуляції виробництва оксиду азоту, що забезпечується флавоноїдами, присутніми в шоколаді [3].

¹³Науковий керівник: асистент кафедри харчових технологій та мікробіології ВНАУ Мар'яна БОНДАР.

Чорний шоколад може стати кращим другом тих, хто любить десерти, але не нехтуючи своїм здоров'ям. Багата поживними речовинами та смаком, ця їжа корисна для здоров'я. Чим вище вміст какао в шоколаді, тим він чистіший. Таким чином, він має меншу кількість або навіть без цукру та більшу кількість поживних речовин і сполук, корисних для здоров'я. Какао багате на антиоксиданти та протизапальні речовини, такі як фенольні сполуки, катехіни та проціанідини. Це багате джерело таких мінералів, як мідь, залізо, цинк і магній. Однією з найвідоміших переваг шоколаду є його здатність виділяти речовини, які покращують відчуття щастя. До списку цих речовин належить: ендорфін, який пом'якшує стрес, і серотонін, нейромедіатор, який заспокоює і може полегшити симптоми депресії. Какао також містить речовину під назвою анандамід (у невеликих кількостях), яка може діяти в областях нашого мозку, які регулюють такі функції, як біль, тривога, настрій, пам'ять і контроль апетиту. Це ендорфін, який також виробляється нашим організмом у ситуаціях щастя, тому його називають «субстанцією щастя» [4].

Варто зазначити той чинник, що оцінка впливу на навколишнє середовище в харчовому секторі є ключовою темою як через суворіше законодавство, так і через більшу обізнаність споживачів щодо екологічного вибору. Випадок з шоколадом є чудовим прикладом, завдяки зростаючому попиту та складному процесу виробництва від какао-бобів до кінцевих плиток.

Ретельні процедури дуже важливі під час транспортування харчових продуктів, оскільки кожна деталь може мати значення. Хорошим прикладом є доставлення шоколаду, який є надзвичайно чутливим продуктом і вимагає особливої уваги та догляду. Шоколад можна транспортувати в рідкому або твердому вигляді – у плитках [5].

Чорний шоколад насичений важливими мінералами, включаючи залізо, магній, цинк, мідь і фосфор. В організмі людини ці мінерали використовуються для підтримки таких факторів, як імунітет (цинк), можуть допомогти зберегти кістки та зуби здоровими (фосфор) і сприяти кращій якості сну (магній).

Як відомо, органолептичні показники це оцінка смаку, запаху, аромату, кольору, консистенції та зовнішнього вигляду. Для прикладу в табл. 1 вказано окрім органолептичних показників також і оцінку дизайну чорного шоколаду «Корона».

Таблиця 1

Оцінка показників чорного шоколаду «Корона» та його упакування

Показники	Максимальний бал
1) Смак і запах	7
2) Зовнішній вигляд	4
3) Форма	2
4) Консистенція	2
5) Структура	2
6) Дизайн	3

В табл. 2 вказано органолептичні показники шоколадної плитки «Корона».

Таблиця 2

Назва та показник шоколаду

Назва показника	Шоколадна плитка ТМ «Корона»
Зовнішній вигляд	не пошкоджена, чіткі та рівні квадрати на плитці;
Смак і запах	приємний, ніжний з гірчинкою;
Форма	прямокутна;
Консистенція	однорідна;
Структура	тверда;
Дизайн	стильний, без зайвих елементів;

В табл. 3 вказано середньо-виведені бали по закінченні органолептичної оцінки.

Таблиця 3

Середньо-виведені бали по закінченні органолептичної оцінки

Показники	Шоколадна плитка «Корона»
Смак і запах	6
Зовнішній вигляд	2
Форма	2
Консистенція	1,5
Структура	2
Дизайн	2
Всього:	15,5

На рис. 1-5 зображено в етикетках досліджувані шоколади: «Корона», «Світоч», «Міленіум», «Мілка», «Рошен».



Рис. 1 Шоколад «Корона»

Отож, варто зазначити, що кожен із досліджуваних видів чорного шоколаду відповідає всім вимогам та стандартам згідно з ДСТУ. Саме це свідчить, що кожна із досліджуваних плиток чорного шоколаду можна пропонувати покупцям.

Таким чином, враховуючи вимоги споживачів до сенсорних характеристик при розробці продукту, можна розробити обґрунтовану політику просування товарів на ринок.

Висновок. Отже, кожен етап процесу виробництва шоколаду має великий вплив на кінцевий смак і загальну якість шоколадного продукту. Ігнорування

стандартів якості на будь-якому етапі процесу виробництва шоколаду негативно впливає на якість і глибину смаку, коли виготовлені шоколадні цукерки потрапляють на полиці магазинів.

Смак, текстура, вміст какао і навіть аромат відрізняють хороший шоколад від поганого. Ми дізнаємося про хороший шоколад, коли бачимо та пробуємо його.

Список використаних джерел

1. Аналітика ринку кондитерських виробів. URL: <http://www.ukrainian-food.org/uk/post/section/analitika-rinku-konditerskih-virobiv>
2. Вплив чорного шоколаду на організм людини. URL: <https://life.pravda.com.ua/society/2023/07/11/255318/>
3. Воробець М.М., Сачко А.В., Сема О.В., Борука С.Д. Органолептичний аналіз харчових продуктів: методичні рекомендації до лабораторних робіт. Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. 2020. 32 с.
4. Бондар М.М., Соломон А.М., Віштак І.В., Войціцька О.М. Харчові добавки та їх функціональна роль. *Аграрна наука та харчові технології*. 2018. Вип. 4 (103). С. 130-138.
5. Bondar M. Food additives in industry. Modern engineering and innovative technologies. 2023. №27 (1). P. 74-85.

Олексій ПОХИЛА¹⁴,
студент 3-го курсу,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА М'ЯСА ПТИЦІ

***Анотація.** М'ясо птиці різноманітне за асортиментністю, кольором та складом. Це м'ясо курки, індички, качки, гуски, страуса, перепілок, цесарок, та ще багатьох пташок. Всі ці види м'яса об'єднує ряд важливих властивостей найголовніша з яких – це те що, воно є дієтичним і легкозасвоюваним продуктом який, ще й надзвичайно смачний. Сьогодні ми будемо розглядати й порівнювати найбільш популярні види в Україні, а саме м'ясо курки, качки та індика. Кожний вид м'яса птиці має певний склад, та відрізняється за кількістю вітамінів та мікроелементів, має свої показники якості та харчову цінність. Отож спробуємо розібратися в ось цих показниках разом.*

***Annotation.** Poultry meat is diverse in assortment, color, and composition. This is an ordinary chicken, a luxurious turkey, a wonderful duck. Quails are also*

¹⁴Науковий керівник: асистент кафедри харчових технологій та мікробіології ВНАУ Мар'яна БОНДАР.

unusually beautiful. But all types of poultry meat have one important property in common - it is a dietary, easily digestible product, which, moreover, is extremely tasty. The meat of each type of bird has its own composition, but differs in the content of trace elements and vitamins, has its indications and its fans. Let's try to understand this diversity.

Вступ. Кури м'ясного спрямування мають великий розмір, гарно розвинений кістяк і велику кількість м'язової тканини. До порід цього типу відносяться кури брама, кохінхіни, лангшани. Маса півнів м'ясних порід зазвичай більша ніж маса курей цієї ж породи і становить 4,5 - 5,5кг для півнів, а для кур - 3,5 4,5 кг живої маси. Качки мають досить велику скороспілість, і поділяються на м'ясних та м'ясо-яєчних. До м'ясних відносять - пекінські та руанські; до м'ясо-яєчних - відносять хаки- кембл, дзеркальні, та ін. Гусаки і гуски по продуктивності належать до м'ясного типу продуктивності. Породи - псковська лиса, холмогорська. Жива маса гусаків 8-9 кг, а гусок – 3-6 кг живої маси. М'ясо індички дуже ніжне, та не жирне. Характерними є породи: бронзова та північнокавказька. Вага індика до 16 кг , індичок – 4-8 кг живої маси.

Виклад основного матеріалу. Курятина складається, в першу чергу, з білка та вітамінів групи А та В, містить у складі лінолеву кислоту та численні мінерали. М'ясо курки це легкозасвоюваний продукт, який оцінений в дитячому та спортивному харчуванні. Через низьку калорійність, швидкість та легкість приготування забезпечили цьому продукту високу популярність серед населення [1].

Індичка цінується за свої корисні властивості та делікатний смак. Через наявність вітамінів В6, В12, РР, К, які збалансовані у складі продукту, м'ясо набуло широке застосування у кулінарії зокрема. Завдяки низькому вмісту жиру та мікроелементному складу м'ясу легко переробляється та засвоюється організмом. Наявність калію, кальцію, йоду та заліза відновлює запаси необхідних мікроелементів. Кількість фосфору в м'ясі індички така ж сама як і в рибі [2].

Качине м'ясо більш темне і жирне, в порівнянні з курятиною чи індичкою, та більш щільне. Поживна цінність цього виду птиці набагато вище, ніж в індичого чи курячого, тому назвати його дієтичним неможна. Саме ці особливості надають м'ясу його характерного насиченого смаку і аромату. Вітамінний вміст значно вище, чим у інших типах пташиного м'яса. Вітамін А покращує стан волосся та шкіри і може впливати на покращення зору, сприяє розвитку кісток , уповільнює процеси старіння. Також важливою є наявність В5-пантотенової кислоти, яка нейтралізує результати процесів метаболізму, бере участь у виробленні гормонів надниркових залоз [3].

Також качине м'ясо містить у своєму складі Омега 3 та Омега 6, ненасичені кислоти, що покращують роботу судин головного мозку та серця та нормалізують відношення типів холестерину в крові [4]. Результати порівняння поживної цінності наведено у таблиці №1.

Таблиця 1

Поживна цінність м'яса птиці

Вид м'яса	Вміст, г на 100г їстівної частини				Енергетична цінність, ккал
	вода	білок	жир	вуглеводи	
Зразок №1 Курятина	67.2	18.5	14.3	0.0	202
Зразок №2 Індиче м'ясо	64.3	25.3	10.4	0.0	84
Зразок №3 Качине м'ясо	57.9	13.5	28.6	0.0	308

Виходячи з отриманих результатів, зразок №3 отримав оцінку «Відмінно» за кількістю поживних речовин включаючи енергетичну цінність і кількість води, зразок №1 отримав оцінку «добре» за цими ж критеріями, а зразок №2 отримав оцінку «задовільно» через малу енергетичну цінність, яка зумовлена меншим вмістом жиру у м'ясі.

Органолептична оцінка складалася з перевірки за зовнішнім виглядом та структурою, кольором, смаком та запахом.

Характерними показниками є глянцева дзьоб, суха, світло жовтого кольору з рожевим відтінком шкіра, у худих пташок допускається наявність сіруватого кольору, жирова тканина повинна бути від світло жовтого до жовтого кольору, при розрізі м'язи повинні бути злегка вологими, блідо-рожевого кольору у курей та індичок, у качок – червоного. Консистенція м'язів пружна при натисканні з'являється ямка яка самостійно швидко вирівнюється. Запах специфічний, властивий даному м'ясі птиці. Результати досліджень зразків наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Результати проведених органолептичних досліджень

№ з/п	Параметр	Зразок № 1 (Курятина)	Зразок № 2 (Індичка)	Зразок № 3 (Качка)
1	Дзьоб	Глянцевий	Без характерного глянцево	Глянцевий
2	Колір шкіри	Характерний, світло жовтий	Сіруватий з рожевим відтінком	Насиченого жовтого кольору
3	Жирова тканина	Блідо жовтого кольору	Не виражена	Жовтого кольору
4	М'язи на розрізі	Злегка вологі, блідо рожевого кольору	Злегка вологі, блідо рожевого кольору	Злегка вологі, червоного кольору
5	Структура м'язів	М'язи пружні, щільні, ямка вирівнюється швидко	М'язи пружні, щільні, ямка вирівнюється досить швидко	М'язи пружні, щільні, ямка вирівнюється швидко
6	Смак і запах	Властивий продукту	Властивий продукту	Властивий продукту, з легким затхлим ароматом у грудочеревній порожнині
Оцінка результатів:		Відмінно	Добре	Добре

За результатом дослідження, зразки отримали наступні оцінки: «відмінно» - зразок №1, а зразки №2 та №3 – «добре».

Висновок. М'ясо птиці містить екстрактивні речовини, що використовуються у дієтичному та лікувальному харчуванні. Вітамінний і мінеральний склад близький до м'яса сільськогосподарських тварин. М'ясу птиці притаманний характерний приємний смак та аромат, зумовлений наявністю близько 180 компонентів, серед яких є кислоти, складні ефіри, спирти, сірковмісні сполуки, ароматичні цукри тощо.

Список використаних джерел

1. Злодійка М.Ф., Фролов В.П., Серко С.А. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології стандартизації продуктів. Тваринництво. 2007. 302 с.

2. Шумило Г.І. Технологія приготування їжі: Навчальний посібник. Кондор. 2003. 506 с.

3. Zahorulko A., Zahorulko A., Mikhaylov V., Budnyk N., Kainash A., Bondar M., Skoromna O., Ibaiev E. Development of apparatus for frying semi-finished meat cut. *Eastern-European Journal of Enterprise technologies*. 2022. №3/11 (117). P. 69-76.

4. Берник І.М., Коц І.В., Новгородська Н.В. Гідроімпульсне устаткування для інтенсифікації процесів масажування і насичення інгредієнтами м'ясної сировини. *Продовольчі ресурси*. 2021. Т. 9. № 17. С. 22-32.

Андрій СИРОЇД¹⁵,
студент 3-го року навчання,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ СМЕТАНИ ЗА РІЗНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Анотація. У статті наведені дослідження сметани. Розглянуто особливості виробництва данного продукту. Також вказані результати органолептичної оцінки. Сметана – це один з найпоширеніших молочних продуктів харчування. Завдяки вмісту білка вона допомагає підтримувати силу м'язів. Також сметана корисна для роботи шлунку і кишечника, добре впливає на гормональний фон у жінок.

Annotation. The article presents research on sour cream. The peculiarities of the production of this product are considered. The results of the organoleptic

¹⁵Науковий керівник: асистент кафедри харчових технологій та мікробіології ВНАУ Мар'яна БОНДАР.

evaluation are also indicated. Sour cream is one of the most common dairy foods. Thanks to its protein content, it helps maintain muscle strength. Sour cream is also useful for the work of the stomach and intestines, has a good effect on the hormonal background in women.

Вступ. Сметана – це продукт закваски кисломолочними бактеріями. Згідно з діючими державними стандартами сметану виготовляють із масовою часткою жиру від 15% до 40%. Раніше сметана була поширена тільки в Східній Європі, але зараз цей молочний продукт відомий по всьому світу. Сметану не тільки додають безпосередньо до багатьох страв, а вона і є основою для соусів.

Виклад основного матеріалу. Сметана – це кисломолочний продукт, який виробляють сквашуванням вершків чистими культурами мезофільних молочнокислих коків *Lactococcus* sp. з додаванням чи без додавання стрептококка *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophiles* [1].

Згідно з ДСТУ для виробництва сметани використовують:

- молоко коров'яче;
- вершки, отримані з коров'ячого молока;
- закваску або бактеріальний концентрат для сметани [2].

Технологічний процес виробництва сметани включає такі операції: сепарування молока для одержання вершків та їх нормалізація, пастеризація, гомогенізація, охолодження вершків до температури заквашування, внесення закваски, сквашування, охолодження і дозрівання сметани, фасування готового продукту [3].

На промислових підприємствах для виготовлення сметани використовують тільки пастеризовані вершки. Під час теплової обробки знищуються патогенні бактерії і покращується якість кінцевого продукту. В результаті пастеризації у вершках утворюються летучі ароматичні речовини, які надають специфічного «горіхового» присмаку і аромату [4].

Після гомогенізації вершки охолоджують до температури заквашування (влітку 18°C та взимку 22°C) і відправляють у резервуар для заквашування. Після внесення закваски перші 3 години вершки перемішують кожну годину, а потім залишають у спокої до кінця заквашування. Цей процес триває 12-16 год. За допомогою спеціальних автоматів сметану розфасовують у різноманітну тару та маркують [5].

Не варто забувати про безлактозну сметану. Для її виготовлення використовують молоко, закваску чистих молочних мікроорганізмів і фермент лактаза. Безлактозна продукція – це справжній порятунок для людей, які

страждають на гіполактазію – непереносимість лактози, яка міститься в молоці великої рогатої худоби.

Завдяки сучасним технологіям, термін придатності сметани перевищує два тижні, при цьому зберігаються всі смакові та поживні якості продукту. Сметану зберігають в холодильниках за відносної вологості не більше ніж 80% і температури від 0°C до 6°C.

Завдяки змінам, що відбуваються з молоком в процесі сквашування, сметана засвоюється організмом швидше і легше, ніж вершки відповідної жирності. На відміну від молока, у сметані менший вміст білків, але більший вміст жиру та розчинених у жирі вітамінів.

Сметана містить у своєму складі збалансований комплекс вітамінів (С, Е, В₃, В₆, В₉, В₁₂), макро- та мікроелементів (кальцій, калій, магній, фтор, цинк, мідь, йод). Також сметана містить бета-каротин, який сприяє підтримці зору; рибофлавін, який допомагає перетворення їжі в енергію, покращує засвоєння вітаміну В₆. Невід'ємним компонентом є холестерин. Існує помилкова думка, що холестерин дуже шкідливий, але це не так. Холестерин бере участь у виробленні гормонів і побудові клітин, також він необхідний для нормального функціонування організму людини [6].

Завдяки вмісту міді сметана позитивно впливає на вироблення жіночих гормонів. Наявність біотину, калію, магнію та вітамінів А та Е позитивно впливає на стан волосся та шкіри. Тому зі сметаною можна робити маски для обличчя та маски для зміцнення волосся.

Сметана повинна обов'язково входити до раціону харчування дітей, але тільки після 3 років, коли травній системі легше перетравлювати жирні продукти. Кальцій зміцнює кістки у зростаючому дитячому організмі. Калій, залізо і вітаміни позитивно впливають на ріст та розвиток дітей.

Люди, які страждають на гіпертонію, захворювання жовчного міхура, печінки та серцево-судинної системи можуть вживати тільки сметану з мінімальною жирністю і не частіше, ніж 1-2 рази на тиждень. Сметана протипоказана особам, які мають проблеми з шлунком (виразка, гастрит).

Дієтологи радять вживати сметану вранці або в обід, тому що в цей час вона краще засвоюється.

Для експериментальних досліджень ми обрали три види сметани жирністю 20% - зразок №1, зразок №2, зразок №3.

Органолептична оцінка включала такі параметри: зовнішній вигляд і консистенція продукту, колір, смак і запах.

Згідно з ДСТУ сметана повинна представляти собою однорідну, густу масу з глянуватою поверхнею, дозволено наявність поодиноких пухирців повітря, незначна крупинчастість. Колір має бути білий з кремовим відтінком, рівномірний за масою. Смак і запах – чистий, кисломолочний, з присмаком і ароматом властивим пастеризованому продукту, без сторонніх присмаків і запахів. Для сметани, яку виробляють з використання пластичних вершків,

дозволено незначний присмак топленого масла. Результати органолептичних досліджень наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Органолептичні показники

№ з/п	Найменування	Вимоги до якості	Зразок №1	Зразок №2	Зразок №3
1	Консистенція	Однорідна, густа маса	Однорідна, густа маса	Густа маса з вираженою крупинчастістю	Однорідна, густа маса
2	Смак і запах	Кисло-молочний, без сторонніх присмаків і запахів.	Кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів.	Смак дещо кислуватий	Кисломолочний, присмак топленого молока
3	Колір	Білий з кремовим відтінком	Білий з кремовим відтінком	Білий з кремовим відтінком	Білий з кремовим відтінком
Оцінка:			Відмінно	Добре	Відмінно

Згідно з результатами дослідження зразки сметани №1 та №3 отримали оцінку «відмінно», зразок №2 – «добре».

Висновок. Сметана – кисломолочний продукт білого кольору, отриманий з вершків та закваски. Сметану виготовляють з коров'ячого молока, тому вона багата на кальцій, фосфор, вітамін Е, біотин, білок та ін.

Під час органолептичної оцінки враховували консистенцію, смак, запах і колір. Серед цих параметрів найважливішими для споживача є смак і запах. Характерний кисломолочний запах і смак виникає внаслідок використання заквасок з молочнокислими бактеріями.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 2212:2003 Виробництво молока та кисломолочних продуктів. Терміни та визначення понять.
2. ДСТУ 4418:2005 Сметана. Технічні умови.
3. Соломон А.М., Новгородська Н.В., Бондар М.М. Кисломолочні десерти з подовженим терміном зберігання: Монографія. Вінниця. 2019. 155 с.
4. Bondar M. The use of probiotics and prebiotics in dairy drinks. *Znanstvena misel journal*. 2020. № 42. Vol. 1. P. 14-23.
5. Бондар М.М., Власенко В.В., Соломон А.М. Семко Т.В. Функціональні харчові продукти з наповнювачами. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2016. №. 3 (95). С. 106-109.
6. Бондар М.М., Соломон А.М. Заквашувальні культури у молочній промисловості. *Аграрна наука та харчові технології*. 2017. Вип. 5 (99). Т. 1. С. 128-135.