

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ЗБІРНИК СТУДЕНТСЬКИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

№3 (19)

2025

Вінницький національний аграрний університет

Збірник
студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ
№ 3(19), 2025

м. Вінниця 2025

**Збірник студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ
№ 3(19), 2025**

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

Засновник:

Вінницький національний аграрний університет

**Редакційна колегія:
Головний редактор**

Заступники головного редактора:

доктор сільськогосподарських наук, професор Дідур І.М.;
кандидат технічних наук, доцент Солон О.В.;
доктор технічних наук, доцент Яропуд В.М.;

Члени редакційної колегії:

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

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

Collection of student research papers
AGRICULTURAL SCIENCES
№ 3(19), 2025

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

Founder:
Vinnytsia National Agrarian University

Editorial board:
Editor-in-Chief

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

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

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

© Vinnytsia National Agrarian University, 2025

**Збірник студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ**

До друку приймаються статті за спеціальностями:

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

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

Матеріали друкуються українською та англійською мовами.

Номер схвалено і рекомендовано до друку рішенням Вченої ради
Вінницького національного аграрного університету,
протокол № 4 від 31 жовтня 2025 року.

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

Підписано до друку жовтня 2025 року

Формат 60x84/8.

Папір офсетний. Друк офсетний.

Ум. друк. арк. 65,9. Тираж 100. Зам. № ____

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

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

**Collection of student research papers
AGRICULTURAL SCIENCES**

Articles by specialties are accepted for publication:

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

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

Materials are published in Ukrainian and English.

The issue was approved and recommended for publication by the decision of the Academic Council of Vinnytsia National Agrarian University, Minutes № 4 dated October 31, 2025.

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

Signed for printing on October , 2025

Format 60x84/8.

Offset paper. Offset printing.

Mind. Printing. Ark. 65,9. 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

В. ЩАСЛИВИЙ. ЯКІСНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУНТІВ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ЗАБЕЗПЕЧЕНІСТЮ ОСНОВНИХ МАКРОЕЛЕМЕНТІВ	18
Д. БАГРІЙ. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТОМАТІВ У ТЕПЛИЦІ ТА НА ВІДКРИТИХ ДІЛЯНКАХ	23
О. ДРОЗДОВСЬКА. ОСНОВНІ ШКІДНИКИ КАПУСТИ ТА ЇХ ШКОДОЧИННІСТЬ	31
D. PAVLENKO. DEVELOPMENT OF THE INFRASTRUCTURE OF THE AGRICULTURAL MARKET	36
І. БОЯР. ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ОБМЕЖЕННЯ РОЗВИТКУ ХВОРОБ КАРТОПЛІ	44
О. САНДУЛЯК. НАПРЯМКИ СТВОРЕННЯ ТА ВИРОЩУВАННЯ НАСАДЖЕНЬ ДУБА ЗВИЧАЙНОГО В «ТУЛЬЧИНСЬКОМУ ЛІСОМИСЛИВСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ»	48
К. КРИМЕЦЬ. ЕКОЛОГІЧНО ОРІЄНТОВАНІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ ТА УТРИМАННЯ ГАЗОНІВ ЯК ЗАСІБ ПРОТИДІЇ ЗМІН КЛІМАТУ	54
М. ОПЛАКАНСЬКИЙ. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ В ОЗЕЛЕНЕННІ КВІТКОВО – ДЕКОРАТИВНИХ ВИДІВ РОДУ CHRYSANTHEMUM L. НА ТЕРИТОРІЇ БОТАНІЧНОГО САДУ «ПОДІЛЛЯ» ВНАУ	61
І. СВЕРЛОВИЧ. ГІДРОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА І ГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ РІЧКИ ПОСТОЛОВА	68
З. МАРКОВА. ВПЛИВ АВТОТРАНСПОРТУ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ДОВКІЛЛЯ МІСТА ЯМПІЛЬ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ	74
О. ВАЛЬЧУК ВПЛИВ ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ НА ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН	79
М. ІВАНОВ КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ У МЕЖАХ НДГ «АГРОНОМІЧНЕ»	87
S. LYSYY ADJUSTABLE ELECTROMECHANICAL DRIVE OF VIBRATION SEPARATOR	94
В. МУРАВСЬКИЙ АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ГАЛУЗІ ТВАРИННИЦТВА	102
Д. ПАВЛЮК АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНИХ ЗНІМКІВ З БПЛА ДЛЯ ОЦІНКИ СТАНУ ПОСІВІВ	109

М. ТКАЧ ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ВЗАЄМОДІЇ ДИСКОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНА НА ПРУЖНІЙ СТІЙЦІ З ҐРУНТОВИМ СЕРЕДОВИЩЕМ	117
В. ОСАВОЛЮК ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КАМЕРИ РОЗРІДЖЕННЯ ПНЕВМАТИЧНОГО СЕПАРАТОРА НАСІННЯ	122
Б. НАГОРНИЙ. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЗААНЕНСЬКИХ КІЗ У СЕЛЕКЦІЙНІЙ РОБОТІ	126
М. ШРАМКО. ВПЛИВ ВИДУ МОЛОКА (КОРОВ'ЯЧОГО ТА КОЗИНОГО) НА ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИТРИМАНОГО СИРУ ТИПУ ГАУДА: ДОСВІД З КРАФТОВОГО ВИРОБНИЦТВА ФГ «САДОЧОК»	131
А. БІГАС. ВИГОТОВЛЕННЯ БРИНЗИ З КОЗИНОГО МОЛОКА ПОРОДИ ЗААНЕНСЬКА З ДОДАВАННЯМ ЧІА	140
М. ДЖМІЛЬ. ОРГАНОЛЕПТИЧНА ОЦІНКА М'ЯСА КОЗЛЯТИНИ РІЗНОГО ВІКУ ТВАРИН	146
О. ВАСИЛЬЄВА. ОСОБЛИВОСТІ УТРИМАННЯ, ПОВЕДІНКИ ТА ЗАХВОРЮВАНЬ ДЖУНГАРСЬКИХ ХОМ'ЯКІВ (PHODOPUS SUNGORUS)	149
А. МАТЕЄНКО. СУЧАСНА АНЕСТЕЗІОЛОГІЯ ДОМАШНІХ, СВІЙСЬКИХ ТА ЕКЗОТИЧНИХ ТВАРИН	154
<i>НАПРЯМ 1. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИННИЦТВА В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ</i>	160
N. SIROTYUK. MEASURES OF MOISTURE PRESERVATION IN THE SOIL	160
О. БАСІСТИЙ. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БІЛОКРИЛКИ КАПУСТЯНОЇ (ALEYRODES PROLETELLA) НА ВРОЖАЙНІСТЬ КАПУСТИ ГОРОДНЬОЇ (BRASSICA OLERACEA) ТА МЕТОДИ ОБМЕЖЕННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ФІТОФАГА	165
А. БЕРЕЗОВА. АНАЛІЗ СТАНУ ҐРУНТІВ НАУКОВО- ДОСЛІДНОГО ГОСПОДАРСТВА С. АГРОНОМІЧНЕ ВНАУ ТА ЗАХОДИ ДЛЯ ЇХ ПОКРАЩЕННЯ	170
М. БІЛОСТЕГНЮК. ІНТЕГРОВАНІЙ ЗАХИСТ РОСЛИН: ПОЄДНАННЯ ТРАДИЦІЙНИХ ТА БІОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ПЕСТИЦИДНОГО НАВАНТАЖЕННЯ	175
В. БОЙКО. ІНТЕГРОВАНІЙ ПІДХІД ДО ЗАХИСТУ РОСЛИН: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ	181
К. ВАРАНИЦЯ. ВПЛИВ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА РІСТ І РОЗВИТОК ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР	187
І. ВАРГА. ФІТОФТОРОЗ КАРТОПЛІ: ПРИЧИНИ, СИМПТОМИ ТА МЕТОДИ БОРОТЬБИ	192

Д. ВОНСОВИЧ. СТАЛИЙ РОЗВИТОК ЗЕРНОВОГО ВИРОБНИЦТВА: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ТА ЯЧМЕНЮ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ	198
Р. ГНОТ. АМІНОКИСЛОТКЕ ПІДЖИВЛЕННЯ ПЕРЦЮ СОЛОДКОГО (<i>CAPSICUM ANNUUM L.</i>) ТА ЗАХИСНА ДІЯ БРОДИЛЬНИХ ОРГАНІЧНИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЧИСЕЛЬНОСТІ ПОПЕЛИЦІ (<i>APHIDOIDEA</i>) ТА ПАВУТИННОГО КЛІЩА (<i>TETRANYCHUS URTICAE KOCH</i>).	204
А. ГОРОБЕЦЬ. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ОВОЧЕВОЇ СІВОЗМІНИ	211
Д. ЖУК. ФУЗАРІОЗ КОЛОСА ПШЕНИЦІ: ОСОБЛИВОСТІ ЗБУДНИКА, ПОШИРЕННЯ ТА ЗАСОБИ ЗАХИСТУ	218
Р. ЗАЯЦЬ. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОПЕЛИЦІ БАШТАННИОВОЇ (<i>APHIS GOSSYPH GLOVER.</i>) НА ВРОЖАЙ БАШТАННИХ КУЛЬТУР	224
А. IVANTSOV. ORGANIZATION OF BEEKEEPING IN UKRAINE: PERSONAL EXPERIENCE IN RAISING BEE COLONIES	229
Д. КАЛІНА. ЕФЕКТИВНІСТЬ МУЛЬЧУВАННЯ У ЗБЕРЕЖЕННІ ВОЛОГИ ТА БОРОТЬБИ З ЕРОЗІЄЮ	236
Б. КИРИЛЮК. ЗНАЧЕННЯ ЗАПИЛЮВАЧІВ В АГРОЦЕНОЗІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	246
К. КІБА. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГРИБКОВИХ, БАКТЕРІАЛЬНИХ ТА ВІРУСНИХ ХВОРОБ НА УРОЖАЙНІСТЬ МОРКВИ ПОСІВНОЇ	254
Д. КЛЕШКО. ПРОБЛЕМИ КИСЛОТНОСТІ ҐРУНТІВ ТА АГРОХІМІЧНІ ЗАХОДИ ЩОДО ЇХ РЕГУЛЮВАННЯ	260
М. КОЗАР. ВИКОРИСТАННЯ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ СОЇ	266
М. КОЗАР. ОРГАНІЧНЕ ВИРОЩУВАННЯ МОРКВИ	272
О. КРАВЧУК. АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ РЕГУЛЮВАННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ШКОДОЧИННИХ ОРГАНІЗМІВ	279
Д. КРИКЛИВИЙ. ПОЗАКОРЕНЕВЕ ПІДЖИВЛЕННЯ ДЛЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ	287
М. МАРЧЕНКО. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ ТА ЙОГО ПОТЕНЦІАЛ ДЛЯ БІОЕНЕРГЕТИКИ	294
О. МИКИЧУР. БІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ШКІДНИКІВ	299
І. NESCHERURENKO. PECULIARITIES OF CONTRACT GROWING IN THE AGRICULTURAL SECTOR	305
Т. ОЛЕКСАНДРОВИЧ. МИСТЕЦТВО ОБМАНУ: МІМІКРІЯ У СВІТІ КОМАХ	313
А. ОПОЛЬСЬКИЙ. РОЛЬ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ГОРОХУ	320

В. ПРОТАСОВА. ВИКОРИСТАННЯ БІОКОНСЕРВАНТІВ НА ОСНОВІ МОЛОЧНОКИСЛИХ БАКТЕРІЙ ДЛЯ ПОДОВЖЕННЯ ТЕРМІНУ ЗБЕРІГАННЯ ОВОЧІВ ТА ФРУКТІВ	326
Я. РОМАНЕНКО. ВИКОРИСТАННЯ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ДОСЛІДНОГО ПОЛЯ ВНАУ	333
І. СВЯЩУК. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ПЕРЦЮ СОЛОДКОГО В УМОВАХ БОТАНІЧНОГО САДУ «ПОДІЛЛЯ» ВНАУ	339
А.-М. СОКОЛОВА. ВПЛИВ ЛЕТЮЧОЇ САЖКИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ	348
О. ТАЛАНОВ. ПІДБІР ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ КАРТОПЛІ НА КОМПЛЕКС ГОСПОДАРСЬКО-ЦІННИХ ОЗНАК	354
О. ТКАЧ. ОСМІЯ (OSMIA) БІОЛОГІЯ, РОЛЬ У ЗАПИЛЕННІ ТА МЕТОДИ ЗБЕРЕЖЕННЯ	359
О. ТИМЧУК. ОСОБЛИВОСТІ ПІДБОРУ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТІВ ТА ГІБРИДІВ БАКЛАЖАНА ДЛЯ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ	365
О. ЦВІТКОВ. БІОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ РОСЛИН ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ПЕСТИЦИДАМ	372
А. ЧЕЛЯДИНА. СТАН СУЧАСНОЇ АГРОХІМІЇ В УКРАЇНІ ТА ВПЛИВ ВІЙНИ НА ЇЇ РОЗВИТОК	377
М. ШЕСТОПАЛЬКО. БДЖОЛИ І АЙБУТНЄ ПРОДОВОЛЬСТВА: ЗНАЧЕННЯ, ЗАГРОЗИ ТА ШЛЯХИ ЗБЕРЕЖЕННЯ	381
Д. ШУРАБУРА. ОРГАНІЧНІ ДОБРИВА. СКЛАД, ВЛАСТИВОСТІ, ВИКОРИСТАННЯ	387
В. ЯРЕМЧУК. ВИКЛИКИ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН ДЛЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	394
 НАПРЯМ 2. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЇ, ЛІСОВОГО ТА САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА	402
М. СТЕБЛИНА. РОЗУМНИЙ САД АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ПОЛИВУ САДУ	402
Є. СІКОРСЬКА. ВУСАЧ ЧОРНИЙ ЯЛИНОВИЙ МАЛИЙ. ХАРАКТЕРИСТИКА, ПОПУЛЯЦІЯ ТА ШКОДОЧИННИЙ ВЛИВ НА ТЕРЕТОРІЇ М.ВІННИЦІ	407
О. ДУДНИК. ІНТРОДУКЦІЯ НОВИХ ДЕРЕВНИХ І ЧАГАРНИКОВИХ ВИДІВ У СИСТЕМУ ОЗЕЛЕНЕННЯ М. ВІННИЦЯ	413
А. ТВЕРДОХЛІБ. ЗНАЧЕННЯ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ В ОЗЕЛЕНЕННІ УРБАНІЗОВАНОГО МІСТА	417
М. ЩЕКАЛЬОВ. ТОПАРНЕ МИСТЕЦТВО ЯК ЕЛЕМЕНТ СУЧАСНОГО ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНУ	425
А. МОНАСТИРСЬКИЙ. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНТЕГРОВАНОГО ЛІСОКОРИСТУВАННЯ	430

А. РУЖИЦЬКА. БЕЗПЕЧНІСТЬ ВИКОРИТАННЯ ВІТРЯКОВИХ УСТАНОВОК ДЛЯ УКРАЇНИ	436
Н. КРАВЧУК. ПЕРЕРОБКА ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ ТОВ «ВІН ПЕЛЕТА»: ЕКОЛОГІЧНІ ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ	442
А. ГРИЦЮК. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧКИ ДЕСНА	445
М. ТАТАРОВСЬКИЙ. ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДІВ НА МІКРОБІОТУ ҐРУНТУ	450
М. КОРНІЙЧУК. ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ПЛОДОВИХ ДЕРЕВ НА ҐРУНТОВИЙ ПОКРИВ	455
Д. МАЗУР. ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ РУЙНУВАННЯ КАХОВСЬКОЇ ГЕС	459
Є. ТЕМЕР. ПЕРСПЕКТИВИ ВІДНОВЛЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ БІОСФЕРНОГО ЗАПОВІДНИКА «АСКАНІЯ-НОВА»	466
А. ЧЕМЕС. ОЦІНКА РИЗИКІВ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ЛІСІВ УКРАЇНИ ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ	472
Д. КРИВАНИЧ. ТУРЧИНСЬКИЙ ЛІС – ЛАНДШАФТНИЙ ЗАКАЗНИК МІСЦЕВОГО ЗНАЧЕННЯ	476
Д. ПЛАКИДА. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ НОРМАТИВІВ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД В УКРАЇНІ ТА КРАЇНАХ ЄС	478
Д. БОЯЛЬСЬКА. ВПРОВАДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ІНІЦІАТИВ КОРПОРАЦІЄЮ “ROSHEN”	485
І. КРИВОВ’ЯЗ. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ НІШЕВИХ КУЛЬТУР У ВОЄННИЙ ЧАС: КІНОА ТА КУНЖУТ	489
К. ЩЕТИНА. ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ПРИ БУДІВНИЦТВІ АЗС	493
В. ЖУРБЕЛЮК. РЕКРЕАЦІЙНО-ТУРИСТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЖМЕРИНСЬКОГО РАЙОНУ	498
М. KLYMIUK. RATIONAL USE AND EFFECTIVE MANAGEMENT OF FOREST RESOURCES	502
О. MARUKHNO. AGROFORESTRY AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF TREE SPECIES IN FOREST SHELTERBELTS OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE	509
А. ЛУЦЕНКО. ЛІСОВІ ЕКОСИСТЕМИ ЯК ЧИННИК СТАБІЛІЗАЦІЇ КЛІМАТУ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ДОВКІЛЛЯ	514
В. СВІРЕНЬ. ТЕПЛИЦІ ЯК ЦЕНТР ІНТРОДУКЦІЇ ТА АКЛІМАТИЗАЦІЇ ДЕКОРАТИВНИХ І ЕКЗОТИЧНИХ РОСЛИН	520
С. СУШКО. ОСОБЛИВОСТІ СТРИЖКИ ТА ФОРМУВАННЯ ТОПАРНИХ ФІГУР	527
М. МАРЧЕНКО. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВИТКИХ РОСЛИН В ОЗЕЛЕНЕННІ МІСТА ВІННИЦЯ	533
К. ВАСИЛЬЄВА. КОМПЛЕКСНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КОРИСТІ НАЦІОНАЛЬНОГО ДЕНДРОЛОГІЧНОГО ПАРКУ СОФІЇВКА	540
Х. ПЕТЛІНСЬКА. ОЗЕЛЕНЕННЯ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЖИТТЯ В УРБАНІЗОВАНИХ ПРОСТОРАХ	544

К. РИБАКОВА. ВПЛИВ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ БУДІВЕЛЬ	549
А. САХНОВА. ТОПІАРНЕ МИСТЕЦТВО ЯК ЕЛЕМЕНТ СУЧАСНОГО САДОВО ПАРКОВОГО МИСТЕЦТВА	554
Н. СМАЛЬ. ВИКОРИСТАННЯ КВІТНИКІВ І АРАБЕСОК У ЛАНДШАФТНОМУ ПРОЄКТУВАННІ	559
Я. ГОРБОНОСОВА. ФІТОДИЗАЙН В ОФОРМЛЕННІ ІНТЕР'ЄРУ	565
Н. ДАВИДЕНКО. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ТА ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ В УКРАЇНІ (НА ПРИКЛАДІ РІЧКИ РУСАВА У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ)	570
К. МОРОЗ. ГІДРОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ВІННИЧНИНИ	575
Б. ПОБЕРЕЖНИЙ. ЕКОЛОГІЧНА РОЛЬ ЛІСІВ У ФІЛЬТРАЦІЇ ВОДИ ТА КОНТРОЛІ ЗАБРУДНЕННЯ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТЕРИТОРІЯХ	578
 НАПРЯМ 3. ЕНЕРГООЩАДНІ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ	584
Р. БОЙЧУК АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ІНАКТИВАЦІЇ АНТИПОЖИВНИХ РЕЧОВИН ДЛЯ ГОДІВЛІ МАЛОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ	584
А. СЛОБОДЯНЮК КОНСТРУКЦІЯ МАШИН ДЛЯ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ ТА ОЧИЩЕННЯ НАСІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	588
Б. КАРАКОЙ ТЕХНОЛОГІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ПЛОСКОПРОБИВНИХ РЕШІТ У СУЧАСНИХ ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИНАХ	593
М. МΥΛΥΜΥΚΗΝΑ A SURVEY OF ELECTRIC VEHICLE CONTROL SYSTEM DESIGN APPROACHES	598
О. ДАВИМОКА РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ҐРУНТОВИХ ГРУДОК ВІД БУЛЬБ КАРТОПЛІ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА	604
Б. ДЖУРИНСЬКИЙ РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ НОВОГО СЕПАРУЮЧОГО ПРИСТРОЮ КАПУСТОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА	611
А. ДРОНЧАК СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ JOHN DEERE	616
Д. ДУБОВА СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ МЕХАНІЗАЦІЇ В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ	621
М. HERMANOVSKYI PHOTOVOLTAIC MODULES AND THEIR APPLICATION PROSPECTS	627
М. KIRICHUK TRANSFORMATION OF THE AUTOMOTIVE INDUSTRY: THE ROAD TO ELECTRIFICATION AND AUTONOMY	632

І. КОЗАК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ КОНТРОЛЮ НАВАНТАЖЕННЯ ТРАНСФОРМАТОРІВ 10/0.4 КВ У КОНТЕКСТІ НДГ «АГРОНОМІЧНЕ»	637
М. KRAVET IMPACT OF HEAVY AGRICULTURAL EQUIPMENT ON SOIL COMPACTION	642
В. КРИСТОФОРОВ GPS-НАВІГАЦІЯ ТА АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ ТРАКТОРАМИ В УМОВАХ НДГ «АГРОНОМІЧНЕ»	649
V. YUZKO PROBLEMS AND PROSPECTS OF RUNNING-IN ENGINES OF SMALL-SIZED AGRICULTURAL MACHINERY IN THE CONDITIONS OF THE EDUCATIONAL AND RESEARCH FARM «AGRONOMICHE»	655
А. КУХАРЧУК АВТОМАТИЗАЦІЯ ГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЯКІСНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ВЕРСТАТІВ	663
О. КОЧМАРУК ОСВІТЛЕННЯ ТВАРИНИЦЬКИХ ФЕРМ НДГ «АГРОНОМІЧНЕ»	669
О СОЛЯР ВПЛИВ ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОСЛИН НА РОБОТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН	676
Я. БОДНАР МОЖЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ 3D-ДРУКУ МЕТАЛАМИ	681
Д. БОТАЄВ КОНЦЕПЦІЯ ОБМОЛОТУ КУКУРУДЗИ РОТОРНИМ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРУВАЛЬНИМ ПРИСТРОЄМ З ПОВІТРЯНОЮ ЗАВІСОЮ ВИВАНТАЖУВАЛЬНОГО ВІКНА	687
І. ДІБРОВА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ БЕЗРЕДУКТОРНИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ У СИСТЕМАХ ТРАНСПОРТУВАННЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ	693
А. ДІДЕНКО ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ І GPS-НАВІГАЦІЇ В АГРОМАШИНАХ ДЛЯ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА	698
М. КЛЕКІТ ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗПОДІЛУ НАСІННЯ У СОШНИКУ ДЛЯ РОЗКИДНОГО ПОСІВУ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР	703
І. МУЛЯР УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНИМ ОБСЛУГОВУВАННЯМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЦИФРОВІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА	709
І. ОГОРОДНИК ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ПОСІВУ КУНЖУТУ ТА ЇХ АНАЛІЗ	715
Є. ПОСНИЙ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ СОРТУВАННЯ КАРТОПЛІ НА ОСНОВІ ЩІЛИННОГО ТРАНСПОРТЕРНОГО ПОЛОТНА	720
І. ПОСВАЛЮК ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРСПЕКТИВИ ТА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ КІЗ	725
В. ШЕВЧУК ВПЛИВ АЛГОРИТМІВ КЕРУВАННЯ ОРІЄНТАЦІЄЮ ФОТОМОДУЛІВ НА ЕНЕРГЕТИЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ СОНЯЧНИХ ТРЕКЕРІВ	731

І. ШКВАРИЛО ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР	736
М. ЦВІЛЮК КІБЕРБЕЗПЕКА ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ SMART METERING: ЗАГРОЗИ, МОДЕЛІ РИЗИКІВ, ЗАХОДИ ЗАХИСТУ.	743
Б. ВЕРЦІМАХА НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ СТАНУ ГВИНТОВОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ПРУЖИНИ СТИСНЕННЯ	748
А. ЗЕДНІК ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ СТВОРЕННЯ НОВИХ СИСТЕМ ТОЧНОГО РОЗПОДІЛУ ТУКІВ У ПІДЛАПОВОМУ ПРОСТОРІ	753
Р. ХАРЧЕНКО ВІДНОВЛЕННЯ ЗОБРАЖЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є	758
 НАПРЯМ 4. ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ СУЧАСНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ.	762
П. ТКАЧ АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЇ БЕЗСТУПІНЧАСТОЇ ТРАНСМІСІЇ ТРАКТОРА	762
М. ПРИТОЛЮК ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПОЛИВУ ТА ЗРОШЕННЯ В УМОВАХ НДГ «АГРОНОМІЧНЕ»	767
А. АРЦЕБАШЕВ НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ СТАНУ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ГВИНТОВОЇ ПРУЖИНИ СТИСНЕННЯ	772
М. ЧУДАЙ АНАЛІТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ГЛИБИНИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ.	778
A. DYACHENKO QUALITY OF STORAGE OF AGRICULTURAL MACHINERY: METHODS OF PROTECTION AGAINST CORROSION IN THE CONDITIONS OF THE EDUCATIONAL AND RESEARCH FARM «AGRONOMICHE»	784
O. DOVHALYUK INFLUENCE OF CONTAMINATED FUEL ON THE OPERATION OF DIESEL ENGINES AND METHODS OF ITS PURIFICATION	792
V. FYTS OPTIMISATION OF TECHNICAL MEANS FOR FEED HARVESTING	800
А. ГОЛОВЧЕНКО 3D-ДРУК У РЕМОНТІ ТА ВИГОТОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬГОСПТЕХНІКИ В НДГ «АГРОНОМІЧНЕ»	805
R. KRAVETS INTELLIGENT TRAFFIC SURVEILLANCE WITH YOLOV8N AND SORT	811
В. КРИЖОВ ПЕРЕХІД ДО ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ІНТЕГРОВАНІХ У ПРИРОДНИЙ РЕСУРСООБІГ	816
M. NEZBUTNIY ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF VEHICLE EMISSIONS AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR THEIR REDUCTION	823

Т. ОСАДЧИЙ АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ОДНОКОВШОВОГО ЕКСКАВАТОРА ПРИ РОЗРОБЦІ ДІЛЯНОК ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА	831
Е. СЕВАСТЬЯНОВ СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ПАРОВИХ КУЛЬТИВАТОРІВ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ В НДГ АГРОНОМІЧНЕ	837
V. SHKUTA RESEARCH ON THE INFLUENCE OF CORROSIVE- ABRASIVE WEAR ON THE COATINGS OF WORKING BODIES OF SOIL TILLAGE EQUIPMENT IN THE CONDITIONS OF THE AGRONOMIC HNE RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER	845
О. СВДЕРСЬКИЙ ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ	853
B. PERKHAIO THE ECONOMIC EFFICIENCY OF USING SMART TECHNOLOGIES IN AGRIBUSINESS	858
О. БАНАХ АКТУАЛЬНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ САМОХІДНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН	865
Д. ШЕВЧЕНКО ОЦІНКА ДИНАМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ТА РОЗРАХУНОК ГРАНИЧНОГО КУТА ВІДКЛЮЧЕННЯ ПРИ ТРИФАЗНОМУ КОРОТКОМУ ЗАМИКАННІ В ЕНЕРГОМЕРЕЖАХ АГРОПІДПРИЄМСТВА «АГРОНОМІЧНЕ»	873
І. ГЕВКО ВПЛИВ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГРУНТІВ НА СТАН РОБОЧИХ ОРГАНІВ ПЛУГІВ	881
Е. АНДРУЩАК МЕТОДИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ДІАГНОСТИКИ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ МІЖРЯДЬ І НАВІГАЦІЇ АГРОБОТІВ У ПОЛЯХ: ОГЛЯД І КОРОТКА РЕКОНСТРУКЦІЯ МЕТОДИКИ	885
Б. БЕРЕЖНИЙ ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ У КЕРУВАННІ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ ПІДЙОМНО- ТРАНСПОРТНИХ МАШИН	891
В. БЛІЙ ЗАСТОСУВАННЯ GPS ТА ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ У ТОЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ	897
В. ДЕРУНЕЦЬ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ШНЕКОВОГО ЗМІШУВАЧА	903
Д. КЛЕВЕНЕЦЬ АНАЛІЗ ЗАСТОСОВУВАНИХ СПОСОБІВ СУШІННЯ ЗЕРНА І ЇХ ЕФЕКТИВНІСТЬ У ЦИКЛІ ЙОГО ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ	908
А. КОЖУХАР ВПРОВАДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ПРОЦЕСИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ (CAD/CAE/CAM)	914
Д. МУДРИК НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ	922
М. МИХАЙЛОВСЬКА ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА У ПРОМИСЛОВОМУ ПТАХІВНИЦТВІ	926

А. НАСОБКОВ ТЕХНОЛОГІЇ 3D-СКАНУВАННЯ ТА ЇХ ІНТЕГРАЦІЯ З ІНЖЕНЕРНИМ МОДЕЛЮВАННЯМ	932
П. НАВАЖАНЮК ЦИФРОВІЗАЦІЯ, ЯК ФАКТОР СТАЛОГО РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО СЕКТОРУ	938
М. ПАВЛИШИН МОДЕРНІЗАЦІЯ КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР	944
І. ПЕРЕГНЯК МОДЕРНІЗАЦІЯ ДВОРЯДНОЇ РОЗСАДОСАДИЛЬНОЇ МАШИНИ	950
В. ПЛЯШКО РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНОЇ СХЕМИ РОБОЧОГО ОРГАНУ МАШИНИ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА СХИЛАХ	955
Ю. РИСЮК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ДІАГНОСТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ	962
П. ШВЕЦЬ ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЙ АГРЕГАТИВ STRIP-TILL ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ CAD/CAE СИСТЕМ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ	968
Д. ШУГАЙЛО ЗЕРНОСУШАРКИ: СУЧАСНІ РІШЕННЯ ДЛЯ АГРАРНОГО СЕКТОРУ В УМОВАХ НДГ «АГРОНОМІЧНЕ»	974
О. СІРУК ПАРАМЕТРИ РОБОТИ ФОТОСЕПАРАТОРА ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ОЧИЩЕННЯ НАСІННЯ ЛЮЦЕРНИ ВІД ПОВИТИЦІ	980
М. СЛОЇК КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ПРИНЦИП РОБОТИ ГІДРОЦИЛІНДРІВ У СУЧАСНИХ ГІДРОСИСТЕМАХ	988
М. СТЕПАНЕНКО ОРГАНІЗАЦІЯ СУЧАСНИХ ФЕРМ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ	993
В. ТРИМАЛЮК СУЧАСНІ АВТОМАТИЗОВАНІ ПТАШНИКИ: ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ	999
А. ЯЦИШЕН ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЗВИЧАЙНИХ ОБПРИСКУВАЧІВ У СИСТЕМАХ ЗАХИСТУ РОСЛИН	1004
І. ЗАХАРЧУК СИСТЕМА ГОДУВАННЯ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ НА БАЗІ КОЛІСНОГО РОБОТИЗОВАНОГО КОРМОРОЗДАВАЧА В НДГ АГРОНОМІЧНЕ	1010
НАПРЯМ 5. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РІШЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА	1018
Д. ДРОБОТ. ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕБІГУ ТА ЛІКУВАННЯ ІНФЕКЦІЙНОГО ПЕРИТОНІТУ КОТІВ	1018
В. ЖОЛНОВСЬКА. ВИПАДІННЯ ЗАЛОЗИ ТРЕТЬОЇ ПОВІКИ У КОТІВ І СОБАК	1025
М. ЛЕСИК. ОСОБЛИВОСТІ ОНКОЛОГІЇ У ДОМАШНІХ ПТАХІВ	1031
В. БОМКО. РАЦІОНАЛЬНА ГОДІВЛЯ КІЗ ЯК ОСНОВА ВИСОКОЇ МОЛОЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ	1037
К. СПРАВЕДЛИВА. ВІДТВОРЮВАЛЬНА ЗДАТНІСТЬ КІЗ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ	1045

Л. ЦИМБАЛ. ЗНАЧЕННЯ СОЛЯНИХ ТА МІНЕРАЛЬНИХ ЛИЗУНІВ У РАЦІОНІ КІЗ	1051
<i>НАПРЯМ 6. ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ВИРОБНИЦТВА ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ</i>	1057
В. ОМЕЛЬЧЕНКО. ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРУ РІЗНИХ ВИДІВ МОЛОКА НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ТА МІКРОСТРУКТУРНІ ВЛАСТИВОСТІ ЙОГУРТУ	1057
A. BONDAR. TECHNOLOGICAL FEATURES OF DESSERT DRINKS PRODUCTION BASED ON GOAT'S MILK WITH THE ADDITION OF APPLE PUREE AND HONEY	1062
К. ОСАДЧУК. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЦУКАТІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЦУКРОЗАМІННИКІВ	1069
A. RESHETNYK. METHODS OF CONTROL AND DETECTION OF ADULTERATION IN DAIRY AND MEAT PRODUCTS UNDER THE CONDITIONS OF AN EDUCATIONAL AND EXPERIMENTAL FARM	1076
М. ТОМАШУК. ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ХІМІЧНИЙ СКЛАД ОРЧАТИ	1083
V. BABII. QUALITY AND SAFETY OF FARM EGGS AND POULTRY MEAT: TECHNOLOGICAL ANALYSIS AND BUSINESS PLAN	1089
A. ЧЕМЕС. НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНІ МЕТОДИ ЗБЕРІГАННЯ ЯК КЛЮЧОВИЙ ЕТАП У СТВОРЕННІ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ДЕСЕРТІВ	1097
A. СИРОЇД. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ СИРУ З ВИКОРИСТАННЯМ ФЕРМЕНТОВАНОГО КОНЦЕНТРАТУ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ	1101
К. ЩЕРБИНА. ДОСЛІДЖЕННЯ СФЕРИ ВИРОБНИЦТВА ТА РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАМОРОЖЕНИХ ЯГІДНО-ФРУКТОВИХ НАПІВФАБРИКАТІВ В УКРАЇНІ	1106
В. КОЛІСНИК СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТА БЕЗПЕЧНІСТЮ ПРОДУКЦІЇ НА СУЧАСНИХ ВІДГОДІВЕЛЬНИХ СВИНОКОМПЛЕКСАХ	1109

Володимир ЩАСЛИВИЙ¹
студент 3 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
ННІ агротехнологій та природокористування
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЯКІСНА ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТІВ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ЗАБЕЗПЕЧЕНІСТЮ ОСНОВНИХ МАКРОЕЛЕМЕНТІВ

***Анотація.** На одному рівні важливості поряд із сонячним світлом, вуглекислим газом, киснем і водою, розглядають і цінність макроелементів живлення для росту рослин.*

Макроелементи – N, P, K (азот, фосфор, калій)

Макроелементи необхідні рослинам в найбільшій кількості, оскільки вони являються складовими багатьох компонентів рослин, включаючи білки, нуклеїнові кислоти і хлорофіл, та важливі для таких фізіологічних процесів, як дихання, підтримка осмотичного тиску.

Нестача в ґрунті чи в атмосфері одного із макроелементів, що бере участь в живленні рослин, знаходиться в недостатній кількості чи недостатньо засвоюється, рослина не розвивається або ж розвивається погано. Елемент, що повністю відсутній чи мінімально присутній, перешкоджає іншим поживним сполукам ефективно впливати на рослину, чи, в крайньому, зменшує їх дію. При внесенні в ґрунт відсутнього елементу чи того, що надходить в недостатній кількості, чи забезпечуючи перехід його із нерозчинного стану в розчинний, відбувається відновлення ефективності інших елементів.

***Ключові слова:** Макроелементи, живлення, поживність, азот, фосфор, калій, продуктивність, родючість.*

***Annotation.** On the same level of importance as sunlight, carbon dioxide, oxygen and water, the value of macronutrients for plant growth is also considered.*

Macroelements – N, P, K (nitrogen, phosphorus, potassium)

Macroelements are needed by plants in the largest quantities, as they are components of many plant components, including proteins, nucleic acids and chlorophyll, and are important for physiological processes such as respiration and maintaining osmotic pressure.

If one of the macroelements involved in plant nutrition is lacking in the soil or atmosphere, is present in insufficient quantities, or is not sufficiently absorbed, the plant will not develop or will develop poorly. An element that is completely absent or present in minimal amounts prevents other nutrients from effectively affecting the plant or, at worst, reduces their effect. When the missing element or the element that is

¹ Науковий керівник: Юрій Шкатула кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії.

present in insufficient quantities is added to the soil, or when it is converted from an insoluble to a soluble state, the effectiveness of other elements is restored.

Keywords: *macroelements, nutrition, nutritiousness, nitrogen, phosphorus, potassium, productivity, fertility.*

Вступ. N Азот – поживний елемент, що найбільше впливає на урожайність рослин. Якщо азот надходить в невеликій кількості, це проявляється візуально: рослина чахла, блідніє колір листків, починаючи з найбільш старих.

Недостатнє забезпечення рослин азотом протягом усього вегетаційного періоду істотно обмежує рівень урожайності та погіршує якісні показники продукції. Зокрема, спостерігається порушення синтезу білкових сполук у зерні. Водночас потреба в азоті має видові особливості та суттєво відрізняється залежно від культури.

Азот надходить у рослинний організм у формі, розчиненій у воді, що зумовлює вирішальну роль гідротермічних умов у його засвоєнні. За посушливих кліматичних умов навіть достатня концентрація цього елемента в ґрунтовому середовищі не гарантує його ефективного використання рослинами. У протилежному випадку – за надмірних опадів або інтенсивного зрошення – на легких ґрунтах відбувається вимивання азоту за межі кореневмісного шару. Додатковим лімітуючим фактором є щільність ґрунту: за його ущільнення утруднюється розвиток кореневої системи, що знижує здатність культур поглинати азот та інші елементи живлення.

Фосфор Р є одним із ключових елементів живлення, адже бере безпосередню участь у фізіологічних процесах, пов'язаних із розподілом та акумулюванням енергії в рослинному організмі. Найбільша потреба у ньому спостерігається на ранніх етапах розвитку культури під час формування кореневої системи, а також у фазі цвітіння та утворення зав'язі. Ознаками нестачі фосфору слугує поява темного або пурпурового відтінку на краях і верхівках старих листків.

На відміну від азоту, фосфор характеризується низькою рухомістю, оскільки міцно фіксується ґрунтовими частинками. Його доступність для рослин значною мірою визначається температурним режимом ґрунту та реакцією ґрунтового розчину. Найсприятливіші умови для засвоєння елемента забезпечує рівень рН у межах 6–7.

Основним джерелом надходження фосфору до рослин є ґрунтові запаси, включаючи залишки добрив, внесених у попередні роки, тоді як частка елемента з поточних підживлень є відносно незначною. З огляду на це агрономічна практика передбачає внесення приблизно однакових доз фосфорних добрив під різні культури, що дає змогу підтримувати тривалий час належний рівень родючості ґрунтів.

Калій К є одним із найважливіших елементів живлення сільськогосподарських культур, оскільки бере участь у регуляції водного балансу та численних ферментативних процесах. Наявність достатньої кількості цього елемента сприяє підвищенню стійкості рослин до абіотичних стресів,

зокрема високих і низьких температур та нестачі вологи. Вагомий вплив калію проявляється на рівні врожайності багатьох культур, особливо картоплі, овочевих та плодових рослин. Для зазначених культур потреба в калії особливо зростає на етапі формування бульб і плодів, коли він додатково визначає забарвлення, смакові якості та тривалість зберігання продукції.

Для більшості овочевих культур потреба в калії зазвичай перевищує споживання азоту в перерахунку на кілограми діючої речовини з одного гектара. Наприклад, одна тонна бульб картоплі в середньому вимагає 6–7 кг K_2O . Ґрунтові умови також суттєво впливають на забезпечення рослин калієм: глинисті ґрунти зазвичай містять його більше, ніж легкі, що зумовлює необхідність підвищених доз добрив на піщаних та супіщаних ґрунтах. Водночас цей елемент має властивість вилугуватися, тому для культур із тривалим вегетаційним періодом і високою потребою в калії доцільним є поетапне внесення добрив протягом сезону.

Виклад основного матеріалу. Останній повноцінний 11-ий тур агрохімічного обстеження ґрунтів, який завершився у 2020 році повідомляє нам, що близько 10 млн га земель сільськогосподарського призначення було обстежено за 20-ма агрофізичними, агрохімічними, радіологічними і токсикологічними показниками, які зазначені у паспорті поля земельної ділянки.

Тож на основі отриманих результатів ґрунтових досліджень формується єдина база даних про стан ґрунтів в Україні в умовах сьогодення.

Так, за результатами 11-го туру агрохімічного обстеження відомо, що 24,4% обстежених ґрунтів є дещо кислими, ще 57,2% характеризуються реакцією близькою до нейтральних ґрунтів та нейтральними ґрунтами, 18,4% вважають лужними. У цілому середньозважений показник рівня кислотності в ґрунтах України становить рН 6,2, що відповідає нейтральній реакції ґрунтового розчину. Але через катастрофічне зменшення внесення хімічних меліорантів, застосування переважно фізіологічних кислих добрив спостерігається тенденція до підкислення ґрунтів. Передусім у Дніпропетровській, Житомирській, Запорізькій, Миколаївській, Сумській, Хмельницькій і Черкаській областях. Унаслідок цього зменшуються площі ґрунтів з нейтральною реакцією ґрунтового розчину (Рис 1.)

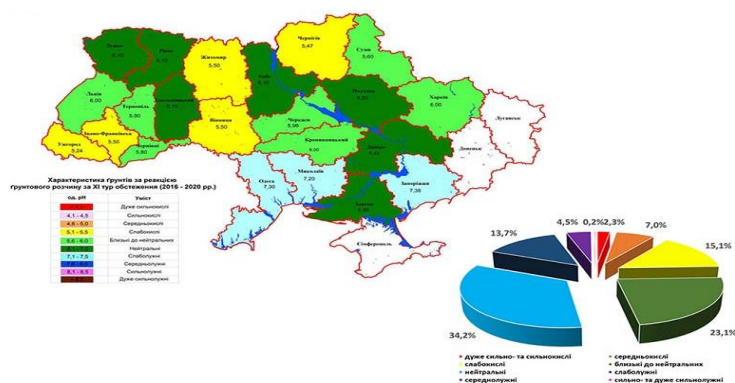


Рис. 1 Динаміка зміни реакції ґрунтового розчину в ґрунтах України.

Стосовно забезпечення легкогідролізованого азоту, то 90% обстежених ґрунтів України характеризується низькими та дуже низьким вмістом **цього елемента**. Середньозважений показник вмісту легкогідролізованого азоту, становить 111 мг/кг ґрунту. Але в порівнянні з попереднім туром обстежень його вміст збільшився на 6 мг/кг. Проте в ґрунтах Харківської, Черкаської, Рівненської, Львівської, Хмельницької та Кіровоградської областей спостерігається зменшення цього показника (Рис 2.).

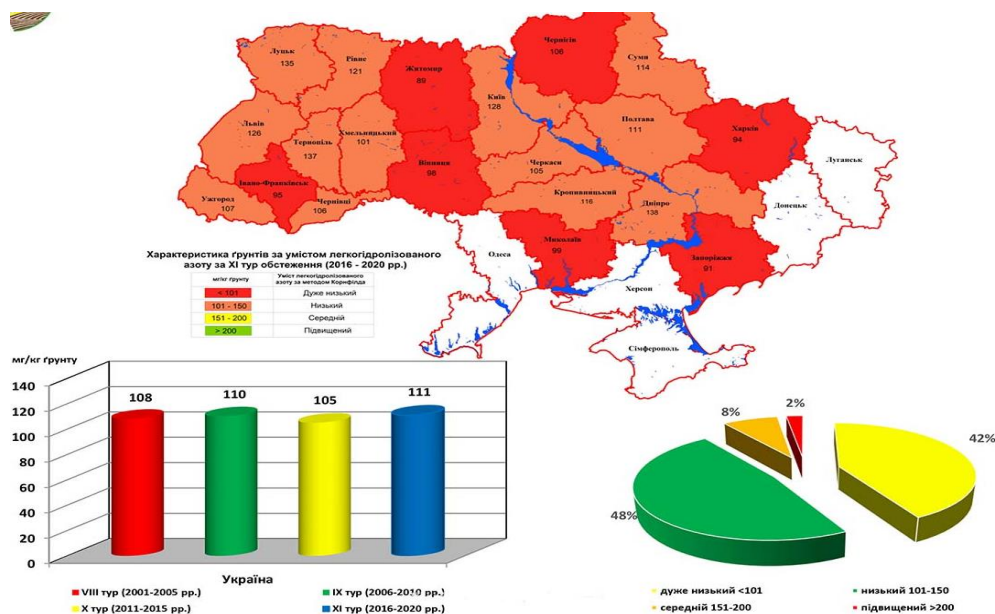


Рис. 2. Динаміка вмісту легкогідролізованого азоту в ґрунтах України.

За даними агрохімічних обстежень ґрунтів ми визначили, що понад 68,0% обстежених площ характеризується середнім і підвищеним вмістом рухомих сполук фосфору; майже 24 % – високим та дуже високим і лише біля 8,0% ґрунтів характеризуються низьким і дуже низьким його вмістом. Але з огляду на попередній тур агрохімічних досліджень, середнє значення показника вмісту рухомих сполук фосфору зросло також на 6 мг/кг ґрунту та досягло значення 117 мг/кг. В окремих областях спостерігається зменшення вмісту рухомих сполук фосфору наприклад, це Хмельницька, Львівська, Волинська, Сумська, Запорізька, Чернігівська і Одеська області.

По забезпеченості калієм, більшість обстежених ґрунтів України 91% має високий підвищений і дуже високий середній вміст рухомих сполук **калію** і лише 9% низький і дуже низький його вміст. Середньозважений показник залишився на рівні попереднього туру. А втрати в ґрунтах рухомих сполук калію впродовж останнього туру відбулися у наступних областях – Львівській, Запорізькій, Сумській, Одеській, Житомирській, Волинській і Тернопільській областях.

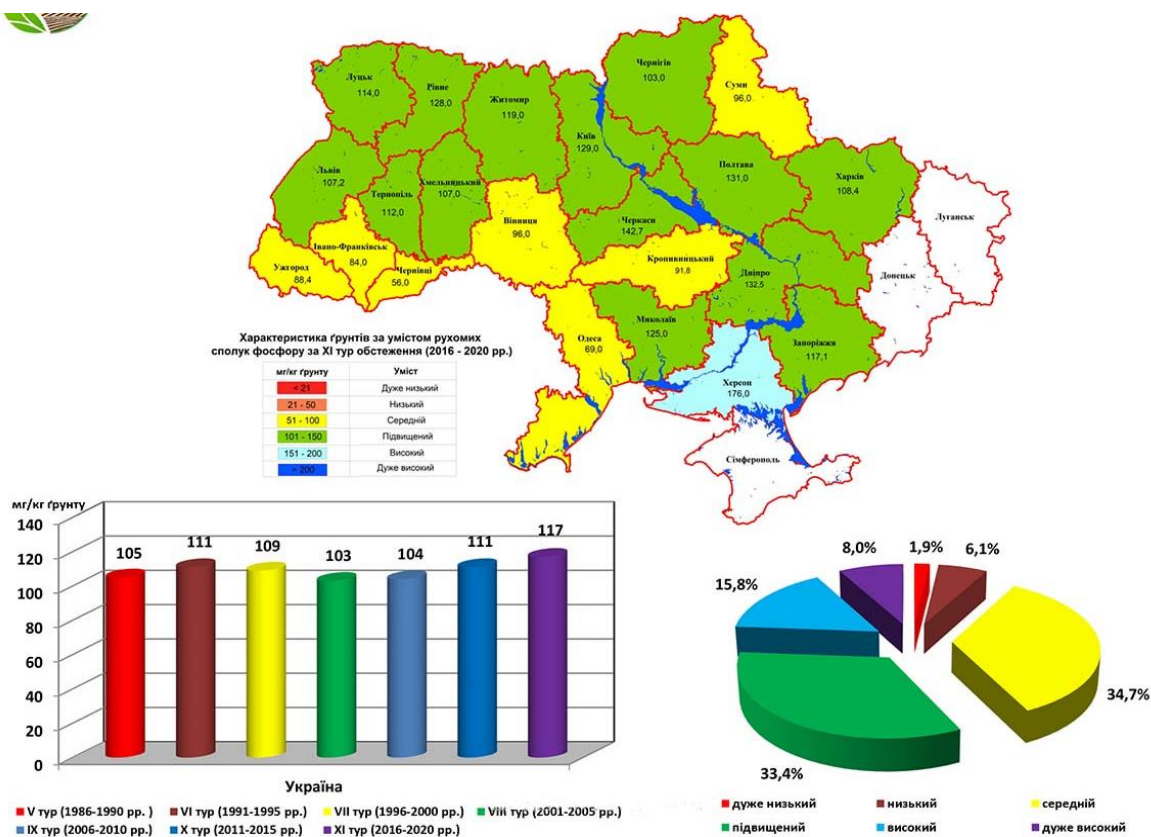


Рис. 3. Динаміка вмісту рухомих сполук фосфору в ґрунтах України

Висновок. Тож у підсумку, за результатами останнього туру агрохімічних обстежень середньозважений показник еколого-агрохімічної оцінки ґрунтів по Україні становить 50 балів і відповідає середній якості, а більшість ґрунтів нинішньої території належать до VI класу. Ґрунти степової зони у середньому мають 55 балів, у лісостеповій зоні цей показник становить 50 балів, у зоні Полісся 42 бали. У цілому за рейтингом областей цей показник коливається від 38 балів у Сумській області до 69 у Кіровоградській області. Тож за загальною оцінкою, ґрунти мають середню родючість із нормальним забезпеченням основними макроелементами.

За твердженням науковців найкращими є ґрунти Кіровоградської, Харківської, Дніпропетровської, Тернопільської, Миколаївської та Черкаської областей. Порівняно з 10-м туром обстеження в Одеській і Сумській областях спостерігалось погіршення, а в Івано-Франківській і Закарпатській областях — поліпшення якості ґрунтів.

Список використаної літератури

1. Пліско І.В. Якість орних ґрунтів України. Харків .2020. 372с.
2. Наконечний Ю.І. Практикум з ґрунтознавства і географії ґрунтів. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 374 с. 4.
3. Ґрунти України: властивості, генезис, менеджмент родючості. Навчальний посібник / За ред. В.І. Купчика. К.: Кондор, 2020. 414 с.
4. Електронний журнал Суперагроном - Ґрунтознавство – Словник агронома <https://superagronom.com/slovnik-agronoma>

5. Державна установа «Інститут охорони ґрунтів» <https://www.iogu.gov.ua>

6. Світлана Романова. Якість ґрунтів України та їх придатність для сільгоспвиробництва — результати агрохімічного обстеження. 2023. <https://superagronom.com/articles/699-yakist-gruntiv-ukrayini-ta-yih-pridatnist-dlya-silgospvirobnitstva--rezultati-agrohimichnogo-obstejennya>

Діана БАГРІЙ²

студентка 3 курсу,

факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,

ННІ агротехнологій та природокористування

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТОМАТІВ У ТЕПЛИЦІ ТА НА ВІДКРИТИХ ДІЛЯНКАХ

Анотація. У статті розглянуто особливості вирощування томатів у відкритому та закритому ґрунті на прикладі сорту «Порпора», що вирощується у Вінницькому національному аграрному університеті. Описано агротехнічні заходи, включно з підготовкою насіння, вирощуванням розсади, поливом, розпушуванням ґрунту, підв'язкою та пасинкуванням, а також кореневими і позакореневими підживленнями. Наведено рекомендації щодо збирання, дозрівання і зберігання плодів для забезпечення високої якості та врожайності. Показано, що дотримання комплексної технології вирощування сприяє формуванню здорових рослин і стабільного врожаю сорту «Порпора» у практичних і дослідних умовах університету.

Ключові слова: томат, Порпора, вирощування розсади, полив, підживлення, пасинкування, підв'язка, збір плодів, дозрівання, Вінницький національний аграрний університет.

Annotation. The article addresses the features of tomato cultivation in open and protected soil using the «Porpora» variety, grown at Vinnytsia National Agrarian University. Agronomic practices are described, including seed preparation, seedling cultivation, watering, soil loosening, staking and pruning, as well as root and foliar fertilization. Recommendations for harvesting, ripening, and storage of fruits are provided to ensure high quality and yield. It is shown that adherence to an integrated cultivation technology contributes to the development of healthy plants and a stable yield of the «Porpora» variety under both practical and experimental conditions at the university.

Keywords: tomato, Porpora, seedling cultivation, watering, fertilization, pruning, staking, fruit harvesting, ripening, Vinnytsia National Agrarian University.

² Науковий керівник: Броннікова Л.Ф., ст. викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ

Вступ. Томат (*Solanum lycopersicum* L.) є однією з провідних овочевих культур у світі та в Україні. Його популярність зумовлена високою харчовою цінністю, універсальністю використання та значним економічним значенням для сільськогосподарського виробництва. Вирощування томатів потребує врахування ряду агротехнічних факторів, серед яких особливе місце займають умови ґрунту, температурний режим, освітлення, зрошення та захист від хвороб і шкідників.

Сучасне овочівництво розвивається у двох основних напрямках – вирощування у відкритому ґрунті та у захищених умовах теплиць. Кожен із цих способів має свої переваги та обмеження, що впливають на урожайність, якість плодів і рентабельність виробництва.

Вирощування томатів у теплицях і на відкритих ділянках активно здійснюється у Вінницькому національному аграрному університеті, де створені умови для поєднання теоретичної підготовки студентів з практичними навичками у сфері сучасного овочівництва. Це сприяє підготовці висококваліфікованих фахівців та забезпечує можливість впровадження інноваційних технологій у виробництво.

Виклад основного матеріалу. Томати (*Solanum lycopersicum* L.) посідають провідне місце серед овочевих культур, що вирощуються в Україні. Їхня популярність зумовлена високим попитом на внутрішньому ринку, значним експортним потенціалом та універсальністю використання. Плоди томату характеризуються високими смаковими якостями та є цінним джерелом вітамінів (А, С), мікроелементів і біологічно активних речовин, що визначає їхню харчову та дієтичну цінність.

На продуктивність томатів істотно впливають строки висіву, якість і підготовка ґрунту, система удобрення та вибір сорту. Вибір конкретного сорту або гібриду здійснюється з урахуванням низки факторів:

- кліматичних умов регіону, що визначають адаптивність рослин;
- місця вирощування (відкритий або захищений ґрунт);
- цільового призначення врожаю (свіже споживання, консервування, переробка, реалізація на ринку);
- тривалості вегетаційного періоду та строків дозрівання плодів.

Сорти томатів для теплиць. У захищеному ґрунті створюються умови для вирощування ранньостиглих, середньо- та пізньостиглих сортів. Найефективнішими в теплицях вважаються високорослі сорти та гібриди, які максимально використовують простір і демонструють стабільну високу продуктивність. При підвищеній вологості та нижчих температурах добре адаптовані такі сорти та гібриди: Світ Сан F1, Де Барао, Пузата Хата, Мандат F1, Волове серце, Даліда, Мамстон, Толстой, Бенігара F1, Зодіак F1, Мікадо.

Особливу увагу у теплицях Вінницького національного аграрного університету приділяють сорту «Порпора», який характеризується високою товарністю плодів, відмінними смаковими якостями та стабільним попитом на ринку свіжих овочів.

Сорти томатів для відкритого ґрунту. У відкритому ґрунті рекомендується вирощувати переважно ранньостиглі та низькорослі сорти, здатні швидко завершити вегетаційний період і забезпечити урожай у умовах високих температур та дефіциту вологи. Середньостиглі сорти застосовуються, однак їхня продуктивність значною мірою залежить від агротехнічного забезпечення та захисту від хвороб. Популярні сорти та гібриди: Сан-Марцано, Пінк Буш F1, Хапінет F1, Пінк Імпрешн F1, Бобкат F1, Бонсай, Червона шапочка, Солеросо F1, Махітос F1.

Таким чином, вибір сортів і гібридів томата визначається умовами вирощування та виробничими завданнями. У теплицях доцільно використовувати високорослі гібриди та сорт «Порпора», що мають високу рентабельність, тоді як у відкритому ґрунті найбільш ефективні ранньостиглі та стійкі до стресових факторів сорти [1, 2].



Рис. 1. ПОРПОРА F1 - Томат Індетермінантний [2]

Сорти і гібриди томату класифікують за морфологічними та біологічними ознаками, що визначають їх адаптивність і призначення. За типом росту виділяють індетермінантні, полудетермінантні, детермінантні та супердетермінантні. Індетермінантні сорти високорослі, понад два метри, з інтенсивним розгалуженням, формують багато суцвіть і потребують підв'язки. Полудетермінантні рослини досягають 1–1,5 м, закладають суцвіття над дев'ятим листком головного стебла, підходять для вирощування у відкритому та закритому ґрунті. Детермінантні сорти низькорослі, до 60–90 см, формують 5–6 суцвіть, придатні для відкритого ґрунту, парників і низьких теплиць. Супердетермінантні до 50 см, ранньостиглі, часто не потребують підв'язки і формують 2–4 суцвіття.

За розміром плодів розрізняють дуже дрібні (<20 г), дрібні (21–50 г), середні (51–100 г) і великоплідні (101–200 г). За скоростиглістю сорти поділяють на ультраранні (80–85 діб), ранньостиглі (90–100 діб), середньоранні (100–103 діб), середньостиглі (110–115 діб) і пізньостиглі (120–130 діб).

За призначенням виділяють салатні, для споживання у свіжому вигляді, для консервування, для комерційного продажу та спеціалізовані для теплиць і

відкритого ґрунту. Плоди можуть мати різне забарвлення: червоне, рожеве, темно-бордове, фіолетове, жовте або помаранчеве.

Кислотність та знезараження ґрунту для томатів. Томати віддають перевагу нейтральним ґрунтам із рН 6–7. Кислотність визначають за допомогою рН-метра або лакмусових смужок. Для контролю беруть зразки з різних шарів ґрунту, перемішують їх у воді та занурюють смужку, оцінюючи колір: 1–3 – висока кислотність, 4–6 – кисле середовище, 7 – нейтральне, 8–11 – лужне, 12–14 – високолужне. Занадто кислий ґрунт вапнують (500 г/м²), занадто лужний – додають сірку у тих же пропорціях.

Ґрунт для розсади обов'язково знезаражують. Ефективні методи: протруювання перманганатом калію (3 г/10 л води), пропарювання (45 хв на водяній бані), прокалювання при 200 °С (30 хв) та обробка фунгіцидами («Превікур Енерджі») або біологічними препаратами («Фітоспорин»). За два тижні до посіву субстрат можна пролити 1%-м розчином «Байкал-ЕМ» для додаткового оздоровлення [3].

Посадка та догляд за розсадою томата. Строки посіву насіння визначають залежно від дати висадки у відкритий ґрунт чи теплицю та тривалості вегетації сорту: ранньостиглі потребують 45–50 днів, середньостиглі – 55–60, пізньостиглі – близько 70. Виробники вказують орієнтовні терміни на упаковках, але їх коригують з урахуванням місцевого клімату.

Посів проводять у продезінфіковані контейнери чи касети з дренажем і шаром ґрунту 5–6 см. Насіння заглиблюють на 1 см у канавки з інтервалом 4–5 см, накривають склом або плівкою та щодня провітрюють. За відсутності пікірування його висівають у торф'яні горщики чи таблетки об'ємом 100–150 мл. Великі ємності не рекомендуються.

До сходів підтримують температуру +23...+25 °С, після появи паростків – знижують до +10...+15 °С вдень і +8...+12 °С уночі для розвитку коренів, далі підвищують до +20...+25 °С. Поливають теплою відстояною водою, уникаючи надлишку вологи та намокання листя.

Для нормального росту потрібне освітлення 12–16 годин. При нестачі світла застосовують підсвічування й слабе калійне підживлення. Пікірування проводять у фазі двох справжніх листків у ємності 0,5 л, заглиблюючи сіянці до сім'ядоль. Після пересадки рослини поливають і за потреби обробляють стимуляторами росту. Через два тижні вносять добрива для розсади.

За 10–14 днів до висадки на постійне місце розсаду починають загартовувати: у теплу погоду її поступово виносять на свіже повітря, починаючи з 15–20 хвилин і збільшуючи час перебування на відкритому повітрі [4].

Посадка томатів у відкритий ґрунт. В Україні насіння на розсаду сіють у другій половині лютого, висадку у відкритий ґрунт проводять із середини травня до початку червня при температурі ґрунту не нижче +15 °С. Оптимальна кислотність ґрунту для томатів – рН 6,0–7,0; надмірну кислотність коригують внесенням вапна (0,5–0,8 кг/м²), лужність нейтралізують сіркою.



Рис. 2. Практичне заняття студентів у теплиці ВНАУ з вирощування розсади томатів сорту «Порпора»

Підготовка грядок починається восени: після збирання врожаю ділянку перекопують на 30 см, видаляють рослинні залишки та бур'яни. Вносять органічні (15–20 кг/м² перегною) або мінеральні добрива (30–40 г/м² суперфосфату). Навесні ґрунт перекопують повторно, розбивають грудки, вирівнюють поверхню та знезаражують розчином мідного купоросу або марганцівки (3 г/10 л).

Розсада висаджується при наявності 7–8 листків, перших квіткових кистей і висоті стебла 25–30 см. Лунки формують так, щоб рослина занурювалася до сім'ядольних листків, додають жменю компосту і золи, ущільнюють і поливають 1–1,5 л води. Для підтримки стебла встановлюють кілочки.

Ґрунт можна мульчувати плівкою, агроволокном або органічними матеріалами для збереження вологи та пригнічення бур'янів. Мульча також залучає дощових черв'яків, що покращує структуру ґрунту. У теплицях мульчування проводять одразу після посадки, на відкритих грядках — після приживлення рослин.

Низькорослі томати (до 50 см) характеризуються компактною кореневою системою, міцним центральним стеблом та добре розвиненими боковими пагонами, що дозволяє обійтися без підв'язки. Для забезпечення оптимальних умов росту рекомендовано висаджувати рослини з міжряддями 50 см та відстанню між кущами 30 см.

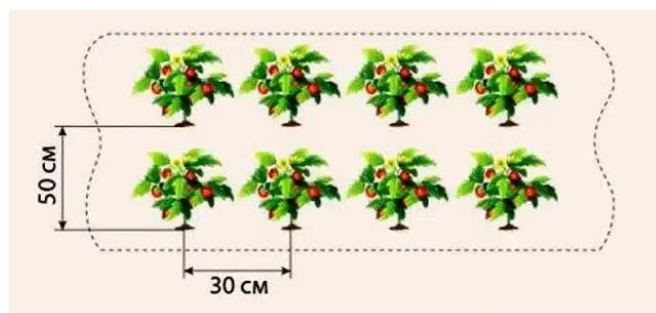


Рис. 3. Схема посадки низькорослих томатів [5]

Незважаючи на висоту до 1,5 м, високорослі томати потребують опори, пасинкування та прищипування протягом усього вегетаційного періоду. Ці сорти ефективніше вирощувати в тепличних умовах. Рекомендована схема розміщення рослин: 70 см між рядами та 55 см між кущами.

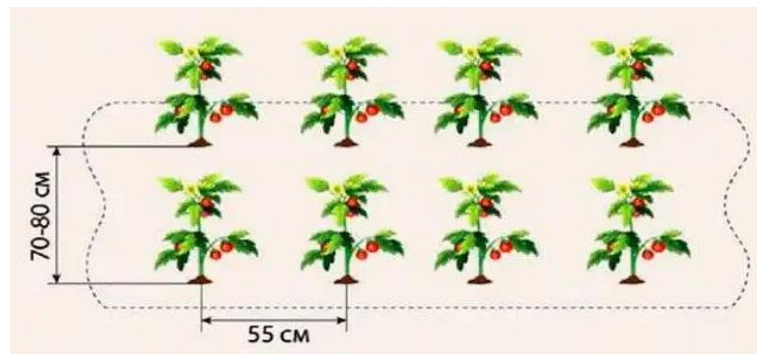


Рис. 4. Схема посадки середньорослих томатів [5]

Індетермінантні томати потребують підв'язки та регулярного пасинкування. Високе центральне стебло формує до десяти плодових кистей. Для забезпечення достатнього освітлення рослин рекомендовано дотримуватися схеми посадки: 80–100 см між рядами та 70 см між кущами. Збільшення цих відстаней може призвести до зниження врожайності [5].

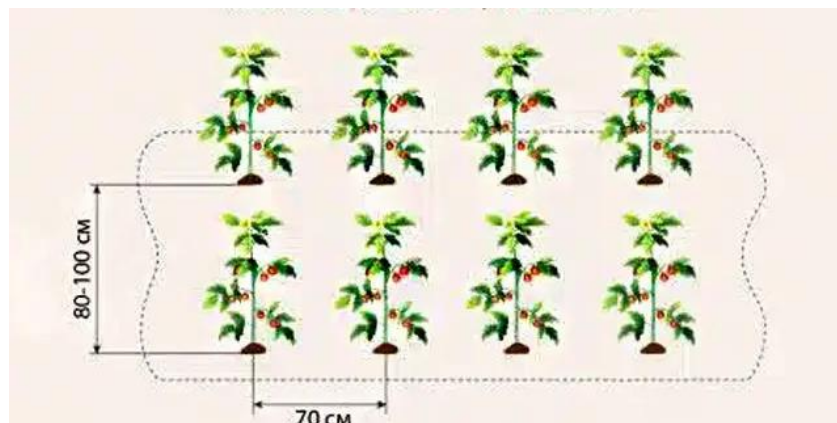


Рис. 5. Схема посадки високорослих томатів [5]

Підживлення томатів у відкритому ґрунті. Перше підживлення проводять через 2 тижні після висадки розсади. Використовують добрива з рівними частками NPK (наприклад, нітроаммофоска 16:16:16) – 1 ст. л. на відро води з додаванням 0,5 л настою коров'яку. Через 2–3 дні роблять позакореневе підживлення: 1 г марганцівки та 2 г сірчаноокислого магнію на 10 л води.

Друге підживлення – під час цвітіння. Збільшують частку калію й фосфору: 10–15 г сульфату калію та 40–50 г суперфосфату на 10 л води (по 0,5 л під куш). Додатково застосовують золу – у сухому вигляді або у вигляді настою (100 г на 10 л води для кореневого внесення, для обприскування – відвар із 100 г золи, розведений до 10 л). Через 2–3 дні проводять обробку мікродобривами з бором, міддю, магнієм і цинком.

Третє підживлення – на початку росту плодів (розмір із волоський горіх). Використовують розчин монокалійфосфату: 10–15 г на 10 л води. Паралельно – обприскування хелатами заліза та сірки.

Четверте підживлення – під час наливу плодів. У 10 л теплої води розчиняють 2 ст. л. суперфосфату та 1 ст. л. гумату калію, по 1 л під кущ. Також можна застосувати Калімаг (10–12 г на 1 м²). На цьому етапі важливі елементи: калій, бор, марганець, йод, магній, молібден, кобальт, цинк.

Серед готових комплексних препаратів використовують: Хелатин Томат, Help Rost, Мастер-агро, Proventus, Planton P, Quantum, Gumi gold, Кеміра Грунт. За 2 тижні до збору врожаю підживлення припиняють [6].

Полив та розпушування. Полив проводять під корінь, уникаючи намокання листя й стебел. Найкращий варіант – крапельне зрошення, що підтримує рівномірну вологість і знижує ризик хвороб. Дощування небажане. Після висадки розсаду поливають помірно 2–3 рази на тиждень, використовуючи теплу воду у вечірній час. Рясний полив обов'язковий перед підгортанням та під час цвітіння першої й другої кистей.

Для доступу кисню до коренів ґрунт розпушують раз на 2–3 тижні на глибину 8–10 см, поєднуючи з прополюванням. Бур'яни утримують вологу та сприяють розвитку хвороб, тому їх регулярно видаляють.

Для кращого запилення кущі злегка струшують у першій половині дня. Для залучення бджіл і джмелів висаджують медоносні культури: м'яту, мелісу, базилік, коріандр, гірчицю, ріпак.

Підв'язка. Високорослі томати потребують підв'язки для вертикального росту та зручності збору врожаю. Використовують кілки, шпалерні сітки чи міцні опори. Рослини підв'язують шпагатом або синтетичними нитками без сильного натягу.

Підв'язку проводять у 3 етапи:

- Після висадки розсади (на рівні першого листка);
- На рівні другої квіткової кисті;
- На рівні третьої кисті.

Пасинкування. У середньо- та високорослих сортів видаляють бічні пагони довжиною 3–5 см у пазухах листків. Це дозволяє уникнути перевантаження куща й підвищує врожайність. Залишають 1 головний пагін (або 2–3 при сильній кореневій системі). Пасинкування проводять у ранкові години, залишаючи «пеньки» 1–1,5 см. Низькорослі та ранньостиглі сорти зазвичай не потребують пасинкування та підв'язки [5, 7].

Збирання та зберігання врожаю. За 20 днів до збору томатів видаляють квітучі стебла та бутони, щоб прискорити дозрівання плодів. Збирають вибірково плоди бурого, рожевого або молочного забарвлення, які дозрівають за 7–15 днів і зберігають смак. Зелені томати після дозрівання втрачають якість. Збір завершують до зниження нічної температури нижче +8 °С. Скоростиглі сорти збирають у другій половині липня, середньостиглі – наприкінці липня – на початку серпня, пізньостиглі – у серпні–вересні.

Зрілі плоди викладають носиками вниз у коробки або ящики, застелені папером, не більше 12 кг на тару. Для дозрівання додають 3–4 стиглі томати, що виділяють етилен. Рожеві плоди дозрівають за 5 днів, бурі — за 7, молочно-зрілі — за 10–12 днів. Для тривалого зберігання між шарами кладуть папір і утримують урожай у прохолодному сухому місці, регулярно видаляючи підгнилі плоди [3,5].

Висновок. Високоякісний урожай томатів досягається завдяки комплексному догляду: своєчасному поливу, розпушуванню ґрунту, підв'язці та пасинкуванню рослин, а також кореневим і позакореневим підживленням у різні фази розвитку. Важливим є правильний збір плодів у стадії бурого, рожевого або молочного забарвлення та створення умов для їх дозрівання й зберігання, що дозволяє зберегти смакові та якісні властивості продукції.

Сорт «Порпора», вирощуваний у ВНАУ, відзначається високою врожайністю, стійкістю до хвороб і гарною якістю плодів. Дотримання агротехнічних заходів при його вирощуванні забезпечує рівномірний ріст рослин, закладку квіткових кистей і формування повноцінних плодів, що підтверджує ефективність сучасних технологій вирощування томатів у дослідних та практичних умовах.

Список використаних джерел

1. Вдовенко С. Комплексна система вирощування овочів у відкритому ґрунті. Овочівництво.журнал Пропозиція 2. № 4. 2019. С. 132–134.
2. ПОРПОРА F1 / PORPORA F1 - Томат Індетермінантний. *Агро Січ*. URL:https://agrosich.com/product/465-porpora_fl__porpora_fl_-_tomat_indeterminantniy_esasem_500_nasinnin_esasem?srsId=AfmBOopUx7xLZNtjOU8ddqtORAecizPRoDhbe-mdEfskPzhqllISOBI0M (дата звернення 15.08.2025).
3. Смакота Я. Вирощування помідорів у теплиці: посадка, догляд та сорти. *agroapp*. 10.12.2024. URL:<https://agroapp.com.ua/uk/blog/viroshhuvannya-pomidoriv-u-teplici-posadka-doglyad-ta-sorti/> (дата звернення 19.08.2025).
4. Як правильно виростити розсаду томатів. *Садиба*. 06.02.2024. URL:<https://sadyba.com/jak-pravilno-virostiti-rozsadu-tomativ> (дата звернення 27.08.2025).
5. Особливості вирощування томатів у теплиці та у відкритому ґрунті. *AgroRetail*. 06.01.2025. URL: https://agroretail.com.ua/ua/a506974-osobennosti-vyraschivaniya_tomativ.html?srsId=AfmBOorjl6rld7q3wCUMkJlyGv0Mu2Ot6-9eua2FKGqwIwqzfAw3BG88 (дата звернення 04.09.2025.)
6. Куц Г. М. Вміст елементів живлення та їх винос урожаєм томатів залежно від умов вирощування. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2004. Вип. 34. С. 201–205.
7. Зайцева О. Ризикуєте втратити увесь врожай: чи потрібно поливати помідори кожен день. *УНІАН Lite*. 05.06.2023. URL:<https://www.unian.ua/lite/ogorod/yak-chasto-i-pravilno-polivati-pomidori-sekrety-horoshogo-vrozhayu-12282849.html> (дата звернення 07.09.2025).

Ольга ДРОЗДОВСЬКА³,
студентка 3-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОСНОВНІ ШКІДНИКИ КАПУСТИ ТА ЇХ ШКОДОЧИННІСТЬ

***Анотація.** У статті досліджено вплив основних шкідників капусти – білокрилки, капустяних мух та попелиць – на врожайність та якість продукції на полях Студентського фермерського господарства Вінницького національного аграрного університету. Розглянуто біологічні особливості цих комах, їхню шкодочинність та вплив на листя, кореневу систему та формування качанів рослин. Наведено сучасні методи захисту, зокрема агротехнічні прийоми, біологічні засоби та хімічні обробки. Результати дослідження підкреслюють необхідність інтегрованого підходу до захисту капусти для зменшення втрат врожаю, підвищення ефективності овочівництва та отримання якісної продукції.*

***Ключові слова:** шкідники капусти, врожайність, методи захисту, інтегрований підхід.*

***Annotation.** The article the impact of the main cabbage pests – whiteflies, cabbage flies, and aphids – on the yield and quality of produce at the Student Farming Enterprise of Vinnytsia National Agrarian University. The study examines the biological characteristics of these insects, their harmfulness, and their effect on the plants' leaves, root systems, and head formation. Modern protection methods, including agrotechnical practices, biological agents, and chemical treatments, are also presented. The research findings underscore the need for an integrated approach to cabbage protection to reduce crop losses, enhance the efficiency of vegetable farming, and obtain high-quality produce.*

***Keywords:** cabbage pests, yield, protection methods, integrated approach.*

Вступ. Капуста – важлива овочева культура, яка широко вирощується для харчування та переробки. Основною проблемою її вирощування є пошкодження комахами-шкідниками, що знижує врожайність і якість продукції. На прикладі Студентського фермерського господарства Вінницького національного аграрного університету вивчення шкідників та способів їх контролю дозволяє розробляти ефективні заходи захисту рослин.

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

Мета. Метою статті є аналіз основних комах-шкідників капусти та оцінка їхнього впливу на врожайність, а також огляд ефективних методів захисту рослин на прикладі Студентського фермерського господарства Вінницького національного аграрного університету.

Виклад основного матеріалу. Капуста, вирощена на полях Студентського фермерського господарства ВНАУ, зазнає шкоди від основних шкідників – білокрилки, капустяних мух та попелиць. Білокрилки ушкоджують листя, що викликає його пожовтіння та зниження фотосинтетичної активності. Капустяні мухи шкодять кореневій системі, уповільнюючи ріст рослин, тоді як попелиці висмоктують соки з молодого листя та качанів, що призводить до деформації листків і зменшення маси продукції (рис 1.) [1, 2].

Наслідком дії шкідників є зниження врожайності, погіршення зовнішнього вигляду та якості качанів. Для зменшення втрат застосовують комплексний підхід: агротехнічні заходи (сівозміна, обробіток ґрунту, видалення рослинних залишків), біологічні методи (природні вороги шкідників) та хімічні обробки відповідно до регламентів.



Рис. 1. Капуста (*Brassica*)

Білокрилка – дрібна комаха, яка є одним із найнебезпечніших шкідників капусти. Вона висмоктує сік із листя, що призводить до пожовтіння, скручування та передчасного відмирання листків. Пошкоджене листя втрачає фотосинтетичну активність, що негативно впливає на ріст і розвиток рослин (рис 2).

Крім прямої шкоди, білокрилка може переносити вірусні та бактеріальні хвороби, що додатково знижує якість і врожайність капусти. Масове розмноження комах швидко призводить до сильного зараження посівів, особливо в умовах високої вологості та теплої погоди [3].



Рис. 2. Білокрилка (*Bemisia tabaci*)

Білокрилка висмоктує сік із листя, що призводить до його пожовтіння, скручування та передчасного відмирання. Через це знижується фотосинтетична активність рослин, уповільнюється ріст і формування качанів. Масове розмноження білокрилки може швидко уражати посіви, знижуючи врожайність і погіршуючи якість продукції (рис 3).

Крім прямої шкоди, білокрилка є переносником вірусних та бактеріальних захворювань, що додатково погіршує стан рослин і ринкові характеристики капусти.



Рис. 3. Шкодочинність білокрилки

Капустяна муха – один із головних шкідників капусти. Личинки пошкоджують корені та підземну частину стебла, що порушує живлення рослини, уповільнює її ріст і зменшує масу качанів. Найбільшу шкоду завдає масове ураження сходів, коли молоді рослини в'януть і гинуть, що знижує врожайність і погіршує якість продукції (рис. 4) [1, 2].

Для контролю капустяної мухи застосовують комплексний підхід: агротехнічні заходи (глибокий обробіток ґрунту, сівоzmіна, видалення рослинних залишків, регулювання строків висіву), біологічні методи (використання природних ворогів шкідника) та хімічні обробки (інсектициди за регламентом). Поєднання цих заходів дозволяє ефективно захищати капусту, зменшувати втрати врожаю та підвищувати якість продукції



Рис. 4 Капустяна муха (*Delia radicum*)

Попелиці (лат. *Aphididae*) є одними з основних шкідників капусти. Вони висмоктовують сік із молодого листя, стебел та качанів, що призводить до

деформації листків, сповільнення росту рослин, зменшення маси продукції та погіршення її зовнішнього вигляду. Масове ураження попелицями може призвести до відставання у розвитку всього врожаю, ослаблення рослин та їх більшої сприйнятливості до інших шкідників і хвороб (рис. 5) [4].

Крім прямої шкоди, попелиці є переносниками вірусних хвороб, що значно знижує врожайність і якість продукції. Вони швидко розмножуються, особливо за теплої та вологої погоди, що робить їх контроль складним і вимагає комплексних заходів.



Рис. 5. Попелиця (Aphididae.)

Для зниження чисельності основних шкідників капусти – білокрилки, капустяної совки та попелиць – застосовують інсектицидні препарати, дозволені для овочевих культур. До найбільш ефективних належать Фастак, Децис f Люкс Та Енжіо 247 SC, к.с. та інші засоби, які діють на дорослі особини і личинки шкідників (рис. 6).

Обробку проводять при появі перших шкідників або у разі перевищення економічного порогу шкодочинності, суворо дотримуючись рекомендованих доз та строків очікування перед збиранням врожаю. Для запобігання розвитку стійкості шкідників важливо чергувати препарати різних груп дії.

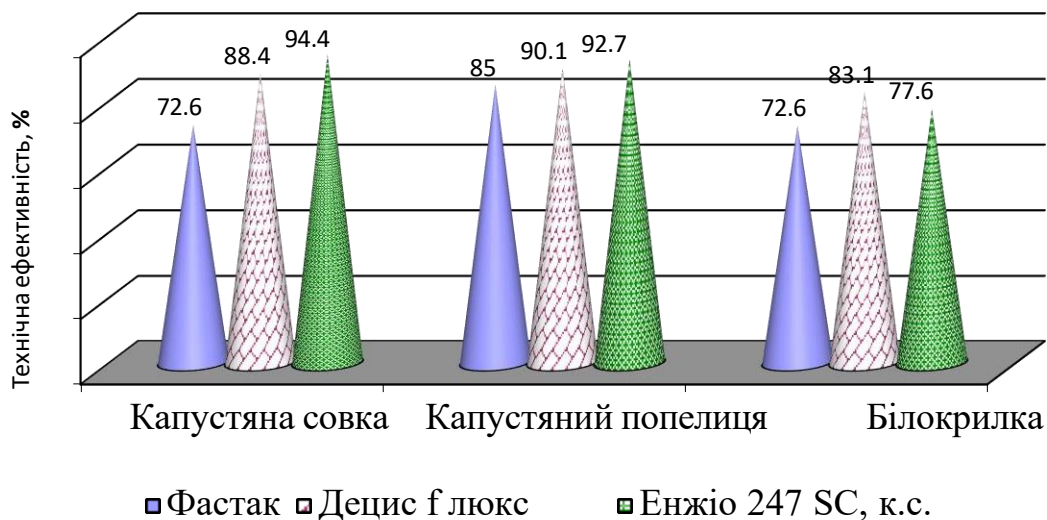


Рис 6. Технічна ефективність інсектицидів, на полях Студентського фермерського господарства Вінницького національного аграрного університету, 2025 р.

За результатами досліджень встановлено, що найнижчу ефективність препаратів, що випробовувались проти шкідників проявив препарат Фастак, к.е. Найвища ефективність проти капустяної совки – 94,4% спостерігалась у варіанті з використанням препарату Енжіо 247 SC, к.с., що на 6,0% перевищувало технічну ефективність препарату Децис f Люкс, КЕ і на 21,8% інсектицид Фастак, к.е. Також обприскування насаджень препаратом Енжіо 247 SC, к.с. виявилось найбільш ефективним – 92,7% в регулюванні чисельності попелиць, що перевищувало варіанти з використанням препаратів Децис f Люкс, КЕ та Фастак, к.е. на 2,6 та 7,7% відповідно. Найнища ефективність препаратів спостерігалась при контролюванні білокрилки, однак це не вплинуло на обмеження чисельності фітофага.

Хімічні методи є найефективнішими при використанні в складі інтегрованого підходу, який включає також агротехнічні заходи та біологічний контроль. Таке комплексне застосування дозволяє значно знизити шкоду від шкідників, зберегти врожайність і підвищити якість капусти.

Висновок. Основні шкідники капусти – білокрилка, капустяна совка та попелиці – значно впливають на врожайність і якість продукції на полях Студентського фермерського господарства ВНАУ. Білокрилка ушкоджує листя, знижуючи фотосинтез і сповільнюючи ріст рослин; капустяні мухи пошкоджують кореневу систему, що призводить до відставання у розвитку та зменшення маси качанів; попелиці висмоктують соки з молодого листя та качанів, викликаючи деформацію рослин і зниження їх ринкової цінності.

Найбільш ефективним способом зменшення шкоди від шкідників є застосування інтегрованого підходу, який об'єднує агротехнічні заходи (сівозмінна, обробіток ґрунту, видалення рослинних залишків), біологічні методи (використання природних ворогів шкідників) та хімічні обробки відповідно до регламентів. Використання такого комплексного підходу дозволяє зменшити втрати врожаю, підвищити ефективність овочівництва та отримати продукцію високої якості.

Отже, впровадження системного і комплексного захисту капусти забезпечує стабільне виробництво здорової та рентабельної овочевої продукції.

Список використаної літератури.

1. Сидоренко І.М. Попелиці на овочевих культурах: біологія та методи контролю. Київ: Урожай, 2018. 240 с.
2. Вдовенко С.А., Іванович М.О. Перспектива вирощування капусти брюсельської для українського ринку. Збірник наукових праць ВНАУ. *Сільське господарство та лісівництво*. №8. 2018. С. 89-96.
3. Ткаленко Г.М. Шкідники капусти та заходи захисту. Агробізнес сьогодні. 2012. №9. С. 13-16.
4. Міністерство аграрної політики України. Методичні рекомендації щодо інтегрованого захисту капусти від шкідників Електронний ресурс. Режим доступу UPL: <http://www.agro.gov.ua/> (дата звернення 15.08. 2025 р.)

Dmytro PAVLENKO⁴,
4th year student,
Faculty of Agronomy, Horticulture and Plant Protection,
Scientific and Educational Institute of Agricultural Technologies
and Environmental Management,
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine

DEVELOPMENT OF THE INFRASTRUCTURE OF THE AGRICULTURAL MARKET

***Анотація.** У статті досліджено розвиток інфраструктури аграрного ринку України та її вплив на реалізацію продукції. Проаналізовано логістичні, інформаційні, фінансові та енергетичні складові, визначено основні проблеми галузі, включно з руйнуванням інфраструктури через війну та кадровим дефіцитом. Показано, що модернізація інфраструктури, впровадження інновацій та інтеграція до європейських систем сприяють підвищенню ефективності, конкурентоспроможності та стійкості аграрного сектору.*

***Abstract.** The article studies the development of the infrastructure of the agricultural market of Ukraine and its impact on the sale of products. The logistics, information, financial and energy components are analyzed, the main problems of the industry are identified, including the destruction of infrastructure due to the war and personnel shortages. It is shown that the modernization of infrastructure, the introduction of innovations and integration into European systems contribute to increasing the efficiency, competitiveness and sustainability of the agricultural sector.*

Introduction. The agricultural sector of the Ukrainian economy plays a leading role in ensuring food security and developing the country's export potential. However, the efficiency of the agricultural market largely depends on the level of development of its infrastructure. It is the infrastructure elements that provide conditions for storage, transportation, sale and promotion of products from the producer to the end consumer. Access of farmers to effective sales channels reduces their competitive positions both in the domestic and foreign markets.

Presentation of the main material. The infrastructure of the agricultural market is a complex of economic, organizational, technical and financial components that ensure the effective functioning of the agricultural market. It performs a number of main functions: organization of logistics and transportation of products from the producer to the final buyer; provision of storage and processing services; formation and support of market conditions with the help of price and information mechanisms; assistance in financing and lending agricultural producers. The key condition for the

⁴ Scientific supervisor: Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Agrarian Management and Marketing Kateryna MAZUR.

effective operation of the agricultural sector is the development of its infrastructure, which includes the system of enterprises, organizations, service institutions and production resources. Effective infrastructure contributes to the establishment of economic ties between market participants, the formation of supply and demand for agricultural products, as well as increasing the flexibility and adaptability of the sector to external conditions. The level of infrastructure development depends not only on the quantity, but also on the quality of its components, in particular, innovative progress, compliance with modern technological trends and the development of human resources [1, 7].

Insufficient development of the infrastructure of the agricultural sector reduces the efficiency of economic ties, slows down production processes, increases the cost of creating channels for the sale of products and creates other obstacles.

These aspects characterize additional difficulties that have arisen in the development of the agricultural sector of the economy as a result of armed aggression by Russia. Despite the difficult security and economic conditions, today the agricultural sector continues its work. Today, the state and business are faced with the task of developing and restoring infrastructure support to normalize the work of enterprises in the industry.

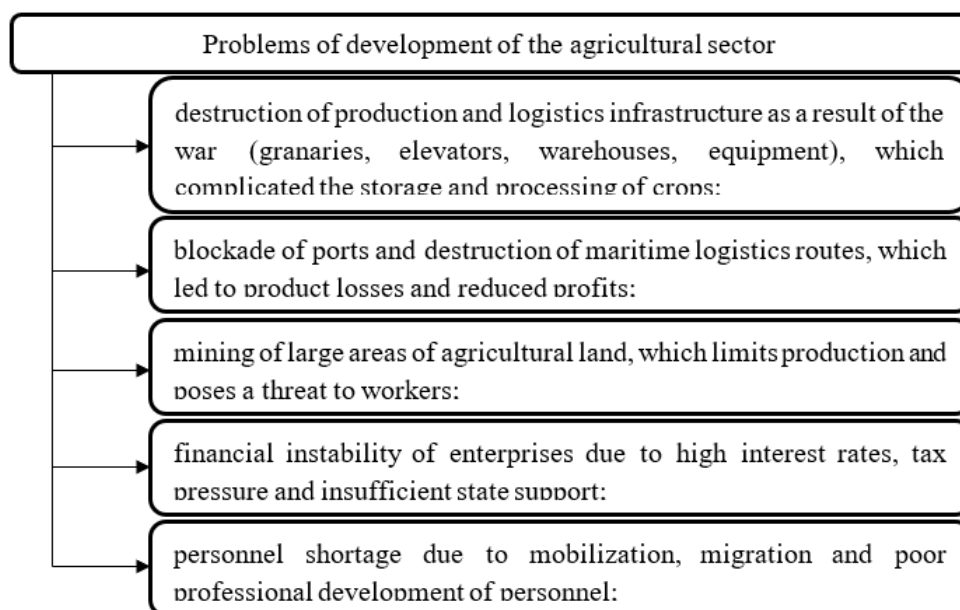


Fig. 1. Problems of development of the agricultural sector

Source: formed by the author on the basis of [1].

Today, the infrastructure provision of the agricultural sector does not meet modern requirements due to the limited financial resources of both business entities and the state, insufficient coordination between agricultural business and local authorities on the implementation of large-scale projects, as well as due to the unstable security situation in the country. The discrepancy between the development of the agricultural sector and its real needs gives rise to structural problems of the functioning of the industry. The lack of an effective innovation policy hinders the development of the agricultural sector, which leads to lagging behind the leading European producers, affects the volume of products

sold and limits the state's ability to influence global trends in the agricultural market. In addition to these systemic problems related to general economic development and agricultural policy, since 2022, after the full-scale invasion of Russia, significant challenges have been added, which significantly complicate the functioning of the industry [3]. Among the main problems of the development of the agricultural sector, it is worth noting (Fig. 1):

To determine the features of infrastructural support of the agrarian sector of the economy, it is advisable to form its components (Fig. 2). The main components of the infrastructure support of the agricultural sector of the economy include the production infrastructure, which directly contributes to agricultural production. land), energy supply (fuel supply and power lines), maintenance (repair shops), transport (ensuring the delivery of products and resources). This is the main structure that directly provides the production process of manufacturing products [3].

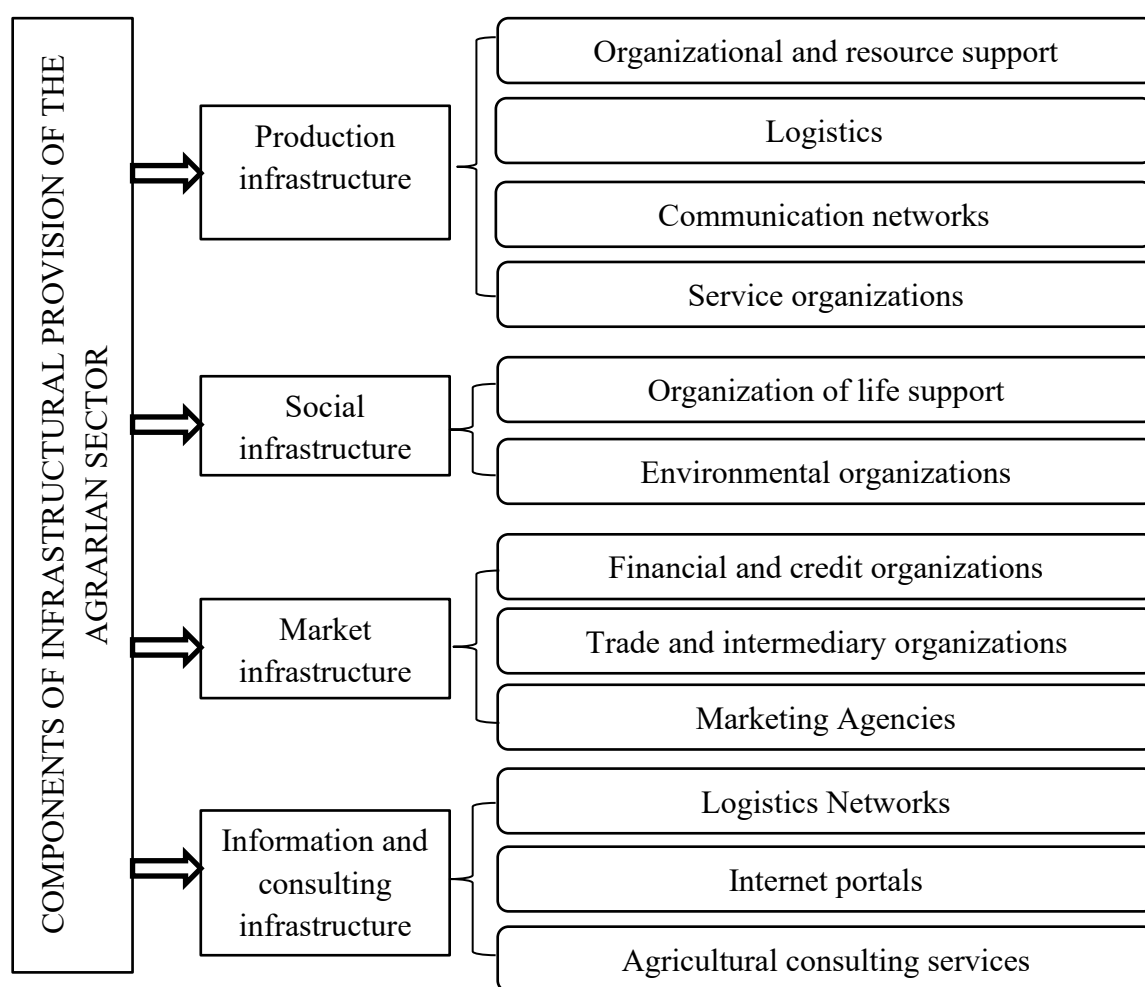


Fig. 2. Main components of infrastructure support of the agricultural sector of the economy
Source: formed by the author on the basis of [2].

Integrated infrastructure development contributes to the revival and expansion of the agricultural sector of the economy [4]. The analysis of key indicators for 2014-2024 indicates a decrease in the efficiency of the industry (Table 1).

As can be seen from Table 1, until 2021, the sown areas of agricultural crops tended to grow, which indicated the progressive development of the industry.

Table 1. Sown area specified for agricultural crops, thousand hectares

Years	Crops				
	Cereals and legumes	factory sugar beet	sunflower	potatoes	Vegetable crops
2014	14801	331	5257	1348	467
2015	14739	237	5105	1291	446
2016	14401	292	6073	1312	447
2017	14624	316	6034	1323	445
2018	14839	276	6117	1319	439
2019	15318	222	5928	1309	452
2020	15392	220	6457	1325	464
2021	15995	227	6622	1283	460
2022	12171	184	5293	1208	378
2023	10985	250	5220	1210	397
2024	11139	254	5020	15	28

Source: formed by the author on the basis of [5].

The sown area of grain and leguminous crops in 2014-2021 increased: from 14.8 million hectares in 2014 to almost 16.0 million hectares in 2021, which reflects the stable development of grain production and Ukraine's export orientation. However, after the start of the war in 2022, there was a sharp reduction in areas – to 12.2 million hectares, in 2023 – to 11.0 million hectares. In 2024, the level remains low - about 11.1 million hectares, which indicates significant losses due to the occupation of land and problems with their cultivation.

Sugar beet crops remained relatively small and unstable throughout the period. If in 2014 there were 331 thousand. ha, then from 2019 to 2021 the area decreased to about 220-227 thousand hectares. hectare. In 2022-2024, they range from 180-250 thousand. hectare. This demonstrates the stagnation of the industry due to low profitability and limited demand for sugar.

Sunflower in 2014-2021 showed a steady growth from 5.26 to 6.62 million hectares, which is explained by the great export potential of sunflower oil. At the same time, after 2022, the area decreased to 5.29 million hectares in 2022, 5.22 million hectares in 2023 and 5.02 million hectares in 2024, which is a consequence of hostilities and lost crop areas.

Potatoes had stable areas in the range of 1.28-1.35 million hectares until 2021. In 2022-2023, they decreased to about 1.2 million hectares. However, in 2024, the data indicate only 15 thousand. ha, which looks like a statistical error or technical error, since such a sharp reduction in areas is unlikely.

Vegetable crops in 2014-2021 gradually decreased from 467 to 460 thousand hectares. ha, and after 2022 the decrease became more noticeable - 378 thousand hectares. hectares in 2022 and 397 thousand hectares. hectares in 2023. In 2024, only 28 thousand cases are presented in the table. ha, which is also questionable and is probably an error in reporting.

As a result, the most indicative is the sharp decline in the area of grain and sunflower after 2022, which is directly related to the war and land loss. Sugar beets are

stagnant, and vegetables and potatoes show statistical discrepancies. In general, Ukraine's agriculture has faced large-scale challenges, and the further restoration of sown areas will depend on stabilizing the situation, restoring infrastructure and ensuring access to land resources.

Let us consider the dynamics of the index of agricultural products in constant prices (Fig. 3).

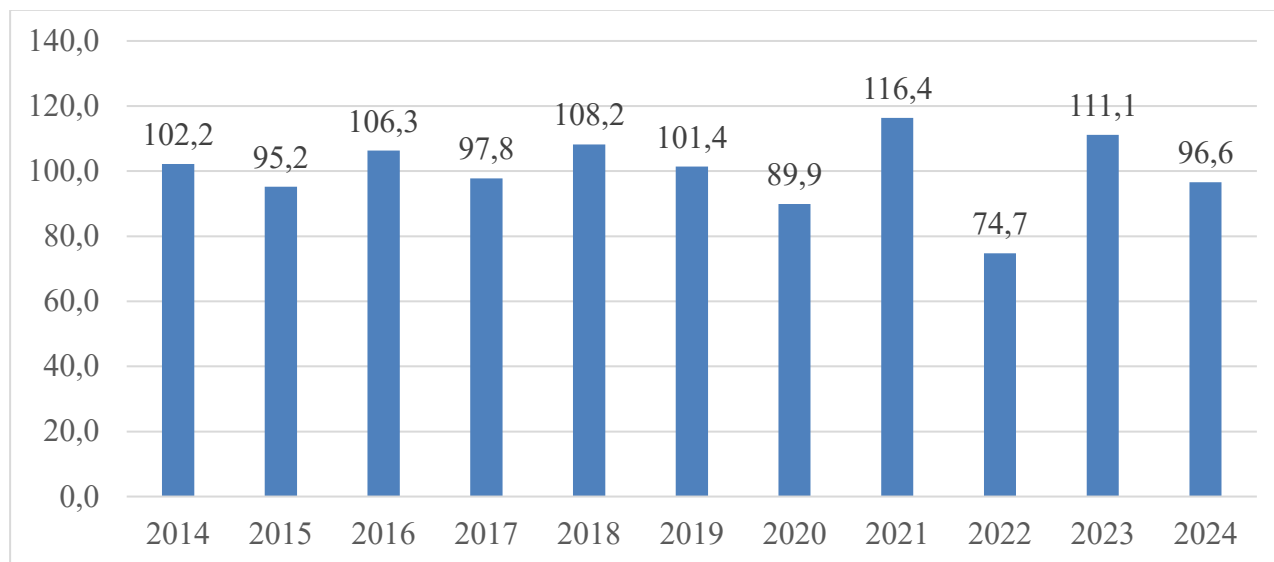


Fig. 3. Indices of agricultural products in constant prices in 2021; % to the previous year
Source: formed by the author on the basis of [5].

According to the data (Fig. 3), there is an unstable dynamics of agricultural indices in 2014-2024. The industry achieved the highest growth in 2021 (116.4%), which indicates the active development of production. Since 2022, there has been a sharp drop in indicators (74.7%) due to hostilities and the occupation of part of the territories. In 2023, there was a partial recovery (111.1%), but in 2024 the figure again decreased to 96.6%, which indicates the persistence of instability and the presence of serious challenges for the agricultural sector.

The agricultural infrastructure of Ukraine is at the stage of structural transformation due to the growth of export potential, integration processes with the European Union and the impact of the foreign economic situation. At the same time, the system of infrastructural support of the agri-food market is developing unevenly, which creates significant barriers to effective functioning both in the domestic and foreign markets [3].

For a long time, Ukraine depended on the port infrastructure of the southern region, but the war and the blocking of sea corridors actualized the development of alternative routes – through the western land borders, Danube ports, as well as multimodal hubs in Lviv, Zakarpattia and Volyn regions. capacities and created an urgent need for their modernization [6]. In the long term, the modernization of logistics infrastructure should include not only the expansion of the capacity of border crossings, but also the integration of Ukraine's transport network into European standards. An important task is the development of European-style railways, the construction of

modern grain terminals, warehouses and logistics centers, which will ensure uninterrupted supplies and reduce the costs of farmers. In addition, increasing the efficiency of logistics will contribute to the growth of the competitiveness of Ukrainian agricultural products in world markets and strengthening the country's food security.

Cold logistics is one of the most vulnerable links in the infrastructure of the agricultural market. The existing refrigerated warehouses are mostly concentrated in the central and southern regions, which limits equal access to such services for small and medium-sized farms in remote areas. At the same time, the global trend for the export of products with high added value (berries, fruits, meat) requires the systematic development of temperature-controlled chains [3, 4].

A critical problem remains the obsolescence of part of the refrigeration equipment, which does not meet modern requirements of energy efficiency and environmental friendliness. Limited investments in this segment complicate the formation of an extensive network of modern refrigeration facilities capable of providing long-term storage and transportation of perishable goods. to minimize crop losses and ensure the stability of supplies to the domestic and foreign markets [6].

An important aspect is the development of information infrastructure. In the context of digitalization of the agricultural sector, the importance of precision farming technologies, geographic information systems and satellite monitoring is growing [1]. Their implementation allows optimizing the use of resources, increasing yields and reducing costs due to precise control of the condition of soils and crops. At the same time, the development of digital platforms for trade, electronic document management and tracking of logistics processes contributes to the development of market transparency and integration of Ukrainian agricultural producers into global supply chains. Further progress in the field of information infrastructure requires investment in high-speed Internet in rural areas, as well as training of personnel capable of working with innovative digital tools.

Institutional infrastructure also needs to be modernized. Agrarian exchanges have limited functionality, and certification and quality control systems are not always integrated into the European system of product traceability. In addition, there is insufficient coordination between government agencies, private infrastructure operators and agricultural producers [7].

Improving the institutional infrastructure involves strengthening the role of professional associations, cooperatives and industry associations capable of representing the interests of producers and contributing to the formation of uniform rules of the game in the market. An important task is the harmonization of certification and quality control standards with the EU requirements, which will open wider access of Ukrainian products to international markets. investments and increase the efficiency of agricultural infrastructure management [2].

Financial provision of infrastructure remains problematic due to limited access to long-term loans, high interest rates and lack of insurance mechanisms, which hinders investments [1]. Overcoming these barriers is possible due to more active involvement of international financial institutions, the development of state incentive programs and the expansion of the range of agricultural insurance instruments. Special attention

should be paid to the creation of favorable conditions for venture and institutional investing in the modernization of logistics, information and production capacities. The formation of an effective financial ecosystem will not only ensure the stability of the functioning of the agricultural infrastructure, but also increase the competitiveness of Ukrainian agribusiness in world markets.

Energy infrastructure needs to be developed, in particular due to damage to power grids, which necessitates autonomous energy supply in many regions [1]. An important direction is the introduction of renewable energy sources – solar, wind and bioenergy installations, which can provide agricultural enterprises with greater energy independence and reduce production costs. stabilize energy supply even in the face of interruptions in central networks. In addition, the modernization of energy infrastructure in the agricultural sector will contribute to increasing the sustainability of production processes and reducing the carbon footprint of agricultural production [6].

The restoration and development of the agricultural sector of Ukraine, which has suffered significant losses as a result of hostilities, requires comprehensive measures aimed at modernizing the infrastructure and increasing its competitiveness.

First of all, it is important to restore land infrastructure. This includes updating the state land cadastre, mapping and valuation of land, establishing official site boundaries, as well as demining areas that remain dangerous after hostilities.

The development of the transport system is essential: repair and construction of roads, expansion of railway logistics for the transportation of agricultural products, provision of safe access to ports and transport hubs. At the same time, it is necessary to improve the information infrastructure by introducing electronic platforms, IT systems and a single database on land resources and crops. The use of precision farming technologies will contribute to the rational use of resources and reduce the environmental burden [2].

An important area is the development of capacities for storage and processing of agricultural products. This includes the construction of modern elevators, refrigerators and storage facilities, the modernization of processing enterprises and the creation of agro-industrial clusters that will strengthen competitive positions in international markets [5].

To ensure innovative development, it is necessary to support scientific research in the field of agricultural science. Financing of research centers, creation of agro-innovation parks and startup incubators will contribute to the development of new technologies in breeding, agrochemistry and agroecology.

The social infrastructure of rural areas requires special attention. The restoration of medical, educational and cultural institutions, as well as the development of programs for youth engagement, will help improve the quality of life in communities and reduce unemployment.

No less important is the financial and economic support for the development of the agricultural sector. The expansion of lending and insurance opportunities, the creation of agricultural banks and cooperatives, as well as the attraction of state and international grants will become the basis for the stable functioning of the industry.

Agricultural business in Ukraine is key in the structure of exports and the formation of the state budget. To create an effective market, it is necessary to solve the following problems: price disparity, protection of the domestic market, improvement of the contract system and trading on exchanges, optimization of purchases under forward contracts and monitoring of exchanges. foreign investors, as well as control the quality of products and compliance with the law [7].

Today, the infrastructure of the agricultural sector of Ukraine is in the process of profound changes. There are significant structural problems due to outdated approaches, lack of investment, and the devastating effects of the war. At the same time, regional initiatives, state programs and international technical assistance are intensifying, creating conditions for the modernization of agricultural infrastructure. In the future, integration into European logistics, technological and financial systems can be the key to the development of competitive and innovative agriculture in Ukraine.

Conclusion. Therefore, the development of the infrastructure of the agricultural market of Ukraine is key to the efficient sale of products and increasing the competitiveness of the sector. The main problems - the destruction of infrastructure due to the war, personnel shortages, blocking of export routes and low level of innovation - reduce the efficiency of the industry. cooperation with international partners to ensure sustainable development, food security and strengthen Ukraine's position in the global agricultural market.

References

1. Amirkhanyan G. G. Infrastructural Support of the Agrarian Sector of the Economy: Theoretical Concept of the Study. *Economy and society*. 2024. № 67. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-67-180> (accessed 11.09.2025).
2. Boyko V. V. Innovative Principles of Development of the Agrarian Market Infrastructure. *Market infrastructure*. 2021. Issue 59. P.17-22. DOI: <https://doi.org/10.32843/infrastructure59-3>.
3. Veretin L. S., Shymko O. V. Infrastructure of the Agrarian Commodity Market: Development Problems and Potential for Integration into Global Chains. *Actual Issues of Economic Sciences*. 2025. № 11. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15542808> (accessed 11.09.2025).
4. Mazur K., Yanchuk D., Galeta D. Peculiarities of the organization of agro-export from Ukraine under martial law. *Economy and society*. 2023. № 51. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-51-12> (accessed 11.09.2025).
5. Official website of the State Statistics Service of Ukraine. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (accessed 11.09.2025).
6. Saus' V. Factors of Development of the Transport Component of the Infrastructure of the EU Agrarian Market. *Economy and society*. 2025. № 76. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-76-113>
7. Chervonyi D. V. Peculiarities of the formation of agrarian markets in the conditions of functioning of the national economy of Ukraine. *Economy and society*. 2023. № 58. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-58-1> (accessed 11.09.2025).

Іра БОЯР⁵,
студентка 3 курсу,
агрономії, садівництва та захисту рослин факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна

ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ОБМЕЖЕННЯ РОЗВИТКУ ХВОРОБ КАРТОПЛІ

***Анотація.** Картоплю вирощують переважно у фермерських і особистих селянських господарствах, де врожайність в середньому становить 13 т/га. Одним із важливих резервів збільшення продуктивності картоплярства є розробка планованих заходів захисту культури проти хвороботворних організмів, шкідливості яких може сягати 30-50 % .*

Картоплю уражує понад 50 різних шкідливих організмів грибної, бактеріальної, вірусної, фітогельмінтозної та змішаної таксономії, які викликають зниження продуктивності і погіршення якості, що призводить до значних втрат бульб картоплі у процесі зберігання врожаю.

Однією із важливих проблем щодо отримання високих стабільних врожаїв картоплі є своєчасне проведення захисних прийомів проти хвороб і шкідників. Великих втрат виробництву картоплі завдають хвороби. Збудники патогенів знижують врожай бульб, погіршують їх якість і потенційно призводять до втрат картоплі у процесі зберігання, за рахунок поганої лежкості і розвитку комплексних гнилей.

***Ключові слова:** картопля, симптоми, методи боротьби, стійкі сорти, фунгіциди, стійкість, препарат, хвороб.*

***Abstract.** Potatoes are grown mainly in farms and personal farms, where the average yield is 13 t/ha. One of the important reserves for increasing the productivity of potato growing is the development of systematic measures to protect the crop against pathogens, the harmfulness of which can reach 30-50%.*

Potatoes are affected by over 50 different harmful organisms of fungal, bacterial, viral, phytohelminthic and mixed taxonomy, which cause reduced productivity and deterioration of quality, leading to significant losses of potato tubers during harvest storage.

One of the important problems in obtaining high, stable potato yields is timely implementation of protective measures against diseases and pests. Diseases cause great losses to potato production.

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

Pathogens reduce tuber yields, degrade their quality, and potentially lead to potato losses during storage due to poor keeping quality and the development of complex rots.

Keywords: potatoes, symptoms, control methods, resistant varieties, fungicides, resistance, drug, diseases.

Вступ. Картопля є однією з найважливіших культур у сільському господарстві, забезпечуючи значну частину продовольчого балансу у багатьох країнах світу. Її вирощування має багатовікову історію, але сучасні технології дозволяють значно підвищити врожайність, покращити якість продукції та знизити витрати на виробництво. У цій статті ми розглянемо основні етапи вирощування картоплі - від підготовки ґрунту до збирання врожаю, а також поділимося важливими порадами для досягнення високих результатів у вашому господарстві [1, 2].

Вирощування картоплі вимагає комплексного підходу, що включає правильний вибір сорту, підготовку ґрунту, оптимальне живлення та ефективний захист від хвороб та шкідників, більш детально в статті. Особливу увагу слід приділити розробці систем захисту картоплі, яка дозволить мінімізувати ризики втрат через хвороби. Дотримання агротехнічних рекомендацій на кожному етапі вирощування дозволяє досягти стабільно високих показників врожайності та отримати якісну продукцію. Не забувайте регулярно проводити моніторинг стану рослин та адаптувати технологію до специфічних умов вашого господарства. Такий підхід стане запорукою успіху в картоплярстві та допоможе отримати високий прибуток із кожного гектару [3, 5].

Дослідження були закладені в умовах НДГ «Агрономічне» с. Агрономічне Вінницької області впливу фунгіцидів на урожайність картоплі. В дослідженні використовували сорт картоплі: Белароза, Мелоді, Гранада.

Ґрунт досліджуваної ділянки – сірий лісовий середньо-суглинковий за механічним складом, із вмістом гумусу (за Тюрнімом) – 1,4%; гідролітичною кислотністю – 1,2 мг/екв. на 100 г ґрунту; сумою ввібраних основ – 28 мг/екв на 100 г ґрунту; вмістом азоту – 9,7 мг/на 100 г ґрунту (за Корнфілдом), легкодоступного фосфору – 7,8 і обмінного калію – 11,4 мг/на 100 г ґрунту (за Чириковим).

Виклад основного матеріалу. Картопля вважається невибагливою культурою, проте при вирощуванні є однією з найбільш ресурсоємних культур і вимагає, порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами, більших капіталовкладень.

Щоб вирощування картоплі було максимально прибутковим, необхідне постійне вдосконалення технології її виробництва, в тому числі використання засобів захисту рослин проти шкочинних організмів [1, 6].

Стійкість сорту також суттєво впливає на особливості прояву альтернаріозу картоплі. Так, ступінь ураження листків альтернаріозу у відносностійкого сорту Гранада знаходився в діапазоні 22,2%, стебел – 0,2-0,5 %, ягід – 0,2-6,9 % та бульб – 0,2-0,4 % (табл. 1).

Таблиця 1. Вплив сортових особливостей картоплі на ураження альтернаріозом у 2025 році

Сорти	Розвиток, %									
	листіків		стебел		квіток		ягід		бульб	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Беллароза	22,2	43,5	0,2	0,5	0,4	1,3	0,2	6,9	0,2	0,4
Мелоді	34,7	52,6	0,2	0,7	0,6	1,9	0,2	10,3	0,5	0,7
Гранада	36,2	62,8	0,3	0,9	1,2	2,9	0,2	12,5	1,0	1,4

Як показують результати досліджень, ступінь ураження *Alternaria solani* найбільше варіював саме на листках. У сорту Мелоді – 34,7 та 52,6 %, а у сорту Беллароза – 36,2 та 62,8 %.

На стеблах, листках та бульбах альтернаріоз не спричиняв суттєвих проявів захворювання, лише на ягодах ступінь ураження знаходився у межах 0,1-10,2 %, залежно від стійкості сорту.

За нашими дослідженнями особливості прояву альтернаріозу картоплі в зоні дослідження не відрізнялися від загальноновідомих даних із літературних джерел [4, 7].

Характерним є те, що плямистості листків найбільше проявлялись саме на сприйнятливому до патогенів сорті картоплі Беллароза (рис 1).



Рис 1. Особливості прояву альтернаріозу картоплі на листках

Отже, в результаті наших досліджень було доведено, що зі зменшенням стійкості сорту до плямистостей листків картоплі зменшується інкубаційний період захворювань, зростає діапазон між мінімальним та максимальним значенням ступеня ураження та збільшується інтенсивність прояву симптомів альтернаріозу.

У результаті проведених досліджень нами було встановлено неоднаковий вплив пестицидів різного походження на розвиток фітофторозу і альтернаріозу картоплі. Зазвичай, збудники альтернаріозу і фітофторозу сумісно паразитують на картоплі, особливо, на сортах з низькою стійкістю. Рання поява симптомів сухої плямистості картоплі свідчить про подальший розвиток фітофторозу. У наших дослідженнях альтернаріоз почав проявлятися раніше, ніж фітофтороз. Тому, у фазу сходів ураження *Alternaria solani* було більшим, ніж *Phytophthora infestans*. Так, у контролі розвиток хвороби на сорті Гранада, який є відносно

стійким, становив 3,6 %. (табл. 2).

У фазі бутонізації картоплі розвиток альтернаріозу на сорті Гранада становив 5,7 %, а під час цвітіння – 9,6 %. У сприйнятливого сорту Беллароза показники відповідно становили 18,2 %, 35,6 % та 50,1 %, залежно від фази розвитку картоплі.

Таблиця 2. Вплив препаратів на ураження картоплі

Варіанти досліду	Розвиток альтернаріозу, %								
	Гранада			Беллароза			Мелоді		
	сходи	бутоніз	цвітіння	сходи	бутоніз	цвітіння	сходи	бутоніз	цвітіння
Контроль	18,2	35,6	50,1	3,6	5,8	9,6	10,6	17,4	25,8
Антракол, з.п. (1,0 кг/га)	8,7	16,1	21,6	2,6	4,4	6,6	7,2	10,6	15,1
Акробат МЦ, в.г. (2,1 кг/га)	8,9	15,9	22,8	2,6	4,8	6,6	7,1	10,8	16,1
Консенто 450 SC, к.с. (2,1 л/га)	9,3	17,6	23,1	2,6	4,6	6,8	7,4	11,3	15,5

Урожайність культури залежить від різних факторів, зокрема від особливостей сорту, ґрунтово-кліматичних умов вирощування, а також від наявності шкідливих організмів, що паразитують на картоплі.

Таблиця 3. Вплив хімічних препаратів на урожайність картоплі в 2025 році

Варіанти досліду	Урожайність, т/га		
	Беллароза	Мелоді	Гранада
Контроль	21,1	18,7	16,7
Антракол, з.п. (1,0 кг/га)	25,2	22,0	22,1
Акробат МЦ, в.г. (2,1 кг/га)	24,5	20,7	22,0
Консенто 450SC, к.с. (2,1 л/га)	23,9	20,7	17,5

Нашими дослідженнями доведено, що використання препаратів дає можливість суттєво підвищити урожайність, особливо нестійких до патогенів сортів картоплі. У контролі найменша продуктивність відмічена у сорту Гранада (16,7 т/га), який є сприйнятливим до фітофторозу і альтернаріозу. Всі препарати виявилися ефективними для цього сорту урожайність до 22,1, 22,0 та 17,5 т/га, відповідно (табл. 3).

Висновки. Для захисту посадок картоплі від хвороб листків картоплі доцільно використовувати бакові суміші фунгіциду Антракол, з.п. (1,0 кг/га) із зменшенням їх норми внесення на 40 % від рекомендованих доз.

Список використаних джерел

1. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні (станом на 15.11.2014) Державна служба з охорони прав на сорти рослин. Київ, 2014. 259 с.

2. Ільчук Л.А., Ільчук Р.В. Хвороби і шкідники картоплі та заходи боротьби з ними. Львів: Арал, 2019. 112 с.
3. Колісник О.М. Оцінка генотипів кукурудзи за стійкістю до шкодочинних об'єктів в умовах Лісостепу правобережного. Збірник наукових праць ВНАУ «Сільське господарство та лісівництво» №13. 2019. С. 143-153.
4. Паламарчук В.Д., Климчук О.В., Поліщук І.С., Колісник О.М. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур: навч. посібник. Вінниця, 2010. 680 с.
5. Поліщук І.С., Поліщук М.І., Палагнюк О.В., Мазур В.А. Ефективність застосування біологічно - ефективних препаратів та добрив при вирощуванні картоплі в умовах правобережного Лісостепу України Сільське господарство та лісівництво 2015 С 18-26.
6. Поліщук І.С., Мазур В.А., Поліщук М.І., Дячук В.В. [Картопля-високоенергетична культура Вінниччини і сировина для виробництва біоетанолу](#). Сільське господарство та лісівництво 2011 С 22-27.
7. Сергієнко В.Г., Богданович С.В. Вплив сортових особливостей на розвиток сухої плямистості картоплі. Захист і карантин рослин. 2012. Вип. 58. С. 192-200.

Олександр САНДУЛЯК,⁶
студент 2 курсу магістратури,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

НАПРЯМКИ СТВОРЕННЯ ТА ВИРОЩУВАННЯ НАСАДЖЕНЬ ДУБА ЗВИЧАЙНОГО В «ТУЛЬЧИНСЬКОМУ ЛІСОМИСЛИВСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ»

***Анотація.** У статті представлено результати досліджень зі створення та вирощування культур дуба звичайного (*Quercus robur* L.) у Тульчинському лісомисливському господарстві. Було проаналізовано дані пробних площ у різних лісництвах, де вивчено таксаційні характеристики дубових насаджень різного віку. Встановлено, що у свіжих дібровах дуб формує високопродуктивні деревостани, які у 50-річному віці досягають запасу деревини понад 250 м³ з гектара, а у 80-річному перевищують 380 м³. Змішані культури дуба з ясенем та грабом продемонстрували ще вищі результати, досягаючи запасу до 432 м³, що свідчить про доцільність введення супутніх порід у склад насаджень. Дослідження підтвердили ефективність технології створення культур, яка передбачала якісний обробіток ґрунту, оптимальні схеми садіння та систематичні догляди. Узагальнені результати засвідчили значний потенціал*

⁶ Науковий керівник: Олена ДОЛІНСЬКА асистент кафедри лісового та садово-паркового господарства

дуба звичайного як головної породи для лісокультурних робіт у Лісостепу України та підкреслили важливість його використання для формування стійких і продуктивних лісових екосистем.

Ключові слова: дуб звичайний, лісові культури, таксаційні характеристики, продуктивність, свіжі діброви, змішані насадження.

Annotation. The article presents the results of research on the creation and cultivation of common oak (*Quercus robur* L.) crops in the Tulchyn Forestry and Hunting Farm. Data from trial areas in various forestries were analysed, where the taxation characteristics of oak plantations of different ages were studied. It was found that in fresh oak forests, oak forms highly productive stands, which at the age of 50 reach a timber stock of over 250 m³ per hectare, and at the age of 80 exceed 380 m³. Mixed cultures of oak with ash and hornbeam showed even higher results, reaching a stock of up to 432 m³, which indicates the feasibility of introducing companion species into the composition of plantations. The research confirmed the effectiveness of the technology for creating cultures, which included high-quality soil cultivation, optimal planting schemes, and systematic care. The generalised results demonstrated the significant potential of common oak as the main species for forestry work in the Forest-Steppe zone of Ukraine and emphasised the importance of its use in the formation of sustainable and productive forest ecosystems.

Key words: common oak, forest cultures, taxation characteristics, productivity, fresh oak forests, mixed plantations.

Вступ. Дуб звичайний (*Quercus robur* L.) є однією з головних деревних порід Лісостепу України, що формує високопродуктивні та довговічні деревостани [1]. Він відзначається високою екологічною та господарською цінністю, адже дубові ліси виконують низку важливих функцій – від стабілізації ґрунтово-гідрологічного режиму та захисту від ерозійних процесів до формування унікальних середовищ існування для багатьох видів флори і фауни. Водночас дубові насадження є джерелом високоякісної деревини, яка традиційно використовується в будівництві, меблевій промисловості та інших сферах.

Однак упродовж останніх десятиліть природне відновлення дуба у лісах України ускладнилося через зміну клімату, антропогенне навантаження та конкуренцію з боку супутніх тіневитривалих порід, зокрема граба і липи [2, 3]. Це зумовлює актуальність створення штучних культур дуба, які забезпечують стабільність площі дубових лісів і їхнє відтворення. Технологія вирощування дуба потребує системного підходу, що передбачає врахування ґрунтово-кліматичних умов, використання якісного посадкового матеріалу, проведення доглядових заходів і раціональне змішування порід.

Тулчинське лісомисливське господарство є одним із найбільш показових підприємств Поділля у питанні створення та вирощування насаджень дуба звичайного [4]. Тут накопичено багаторічний досвід лісокультурних робіт, результати якого становлять інтерес для теорії та практики лісівництва. У ході досліджень, проведених на пробних площах у різних лісництвах господарства, було вивчено таксаційні характеристики дубових насаджень різного віку, їхню

продуктивність і склад, а також технології створення культур. Ці дані дають можливість оцінити ефективність застосованих методів та сформулювати рекомендації для подальшого удосконалення технології вирощування дубових культур у Лісостепу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Пробні площі для дослідження були закладені у Брацлавському, Томашпільському, Орлівському та Шпиківському лісництвах, які входять до складу Тульчинського лісомисливського господарства. Ділянки різнилися за часом створення культур, рельєфом і складом ґрунтів, однак загальною рисою була наявність свіжих дібров (Д2), що вважаються оптимальними для вирощування дуба звичайного. На цих територіях дубові культури були закладені в 1950-1960-х роках, і на сьогодні вони становлять різновікові насадження, що дає змогу простежити закономірності росту та розвитку породи.

Дубові культури створювалися переважно стандартними сіянцями, висадженими вручну під меч Колесова [5]. Схеми садіння мали певні відмінності, однак найбільш поширеним було розташування міжрядь на відстані 4-6 м з кроком садіння у ряду 0,5 м. У більшості випадків застосовувався частковий обробіток ґрунту смугами або борознами на глибину 18-20 см, що забезпечувало полегшення процесу садіння та сприяло кращому приживленню сіянців. На окремих площах практикувався висів жолудів, що теж демонстрував позитивні результати, особливо за умови достатньої вологоти та захисту від гризунів.

У перші чотири-п'ять років після створення культур ключову роль відігравав агротехнічний догляд. Він включав регулярне прополювання бур'янів, розпушування ґрунту сапками, а також проведення механізованих обробітків у міжряддях. Загалом на більшості площ було здійснено 14-15 доглядів, що дало змогу значно зменшити конкуренцію з боку трав'янистої рослинності та забезпечити дубовим сіянцям належні умови росту [5]. У подальшому проводилися прорідження та прохідні рубки, які дозволяли регулювати склад насаджень і формувати бажану густоту деревостану.

Важливим результатом лісокультурної діяльності стало те, що на сьогодні понад 65 % площ, вкритих лісом у Тульчинському лісомисливському господарстві, складають саме штучно створені ліси [6]. З них значну частку займають дубові культури, які формують високопродуктивні деревостани. За останні п'ять років у свіжих дібровах господарства було створено понад 200 га лісових культур дуба, що свідчить про активне продовження традицій вирощування цієї породи.

Результати таксаційних досліджень засвідчили, що дубові культури різного віку демонструють високу продуктивність і стійкість [6]. Так, у Брацлавському лісництві насадження, створене у 1958 році, у віці 50 років (табл. 1) відповідало Іа класу бонітету. Середня висота дуба становила 20,9 м, діаметр – понад 25,6 см, запас стовбурної деревини – 297 м³ з гектара. У насадженнях Орлівського лісництва запас стовбурної деревини на площі з

чистими дубовими культурами становив 299 м³ на гектар при середній висоті 22 м, що відповідало I класу бонітету.

Важливою особливістю є те, що у змішаних культурах дуба із супутніми породами – грабом і ясенем – спостерігалася вища продуктивність порівняно з чистими дубовими насадженнями. Загальний запас деревини у таких деревостанах перевищував аналогічний показник чистих культур у середньому на 9-10 %, що пояснюється раціональнішим використанням ґрунтових і світлових ресурсів. Водночас домішка граба або липи потребувала контролю, адже їхній надмірний розвиток на окремих ділянках призводив до пригнічення дуба.

Таблиця 1. Лісівничо-таксаційна характеристика 50-річних культур дуба звичайного

№ п/п	Лісництво, квартал, ділянка	Склад	Елемент лісу	Ширина міжрядь, м	Середні		Повнота	Бонітет	Запас, м ³ /га
					D, см	H, м			
1	Брацлавське 10/47	7Дз3Лпд	Дз	6	25,6	20,9	0,64	Ia	221
			Лпд		23,2	20,2	0,26		76
			Σ				0,9		297
2	Томашпільське 8/15	7Дз3Грз	Дз	5	23,6	27,8	0,65	I	211
			Грз		23,0	18,3	0,24		84
			Σ				0,89		295
3	Орлівське 39/6	10Дз	Дз	3	27,4	22,0	0,86	I	299
4	Шпиківське 65/3	7Дз3Грз	Дз	5	29,6	22,8	0,65	I	241
			Грз		19,0	17,3	0,24		64
			Σ				0,89		305

Подальший аналіз пробних площ підтвердив закономірність поступового зростання таксаційних показників дубових насаджень у міру їх старіння. Результати таксаційних обліків (табл. 2) Шпиківського лісництва засвідчили, що у 60-річному віці запас стовбурної деревини на площі з чистими дубовими культурами становив 311 м³ на гектар при середній висоті 26,1 м,

Таблиця 2. Лісівничо-таксаційна характеристика 60-річних культур дуба звичайного

№ п/п	Лісництво, квартал, ділянка	Склад	Елемент лісу	Ширина міжрядь, м	Середні		Повнота	Бонітет	Запас, м ³ /га
					D, см	H, м			
1	Брацлавське 11/50	8Дз2Яз	Дз	8	20,1	19,1	0,58	I	181
			Яз		21,6	18,6	0,11		35
			Σ				0,69		216
2	Томашпільське 9/16	10Дз	Дз	8	27,1	22,1	0,80	I	281
3	Орлівське 40/7	4Дз4Яз2 Гз	Дз	6	22,1	21,1	0,39	I	181
			Яз		18,6	21,6	0,38		141
			Гз		15,1	16,1	0,09		26
			Σ				0,86		348
4	Шпиківське 66/5	10Дз	Дз	8	26,1	21,1	0,75	I	311

Продовжуючи дослідження на старших культурах, було встановлено, що у 70-річному віці дубові насадження зберігали високі темпи росту. Середня висота

дерев у таких культурах досягала 22-24 м, а діаметр перевищував 23 см. Запас стовбурної деревини становив близько 300 м³ на гектар, що підтверджує довговічність і високу господарську цінність дуба. Особливе значення мали змішані насадження, які формувалися за схемами садіння дуба разом з ясенем і липою. У цих культурах було досягнуто не лише високої продуктивності, а й кращої стійкості деревостанів. Лісівничо-таксаційні характеристики 70-річних культур дуба подані у таблиці 3.

Таблиця 3. Лісівничо-таксаційна характеристика 70-річних культур дуба звичайного

№ п/п	Лісництво, квартал, ділянка	Склад	Елемент лісу	Ширина міжрядь, м	Середні		Повнота	Бонітет	Запас, м ³ /га
					D, см	H, м			
1	Брацлавське 13/60	10Дз	Дз	3	28,4	22,0	0,86	I	268
2	Томашпільське 11/17	9Дз1Яз	Дз	4	30,9	24,6	0,62	I	236
			Яз		15,9	14,2	0,11		30
			Σ				0,89		266
3	Орлівське 44/13	7Дз3Гз	Дз	5	22,6	18,8	0,65	I	211
			Гз		19,0	17,3	0,25		87
			Σ				0,90		298
4	Шпиківське 50/10	7Дз3Гз	Дз	5	28,6	22,8	0,65	I	231
			Гз		20,0	18,3	0,25		87
			Σ				0,90		318

Найстарші насадження, які були обстежені під час дослідження, мали вік близько 80 років. Вони демонстрували максимальні показники продуктивності, що підтверджує здатність дуба звичайного зберігати високу господарську цінність протягом тривалого часу. У чистих насадженнях дуба Брацлавського лісництва середня висота дерев становила майже 31 м, середній діаметр – 26 см, а запас стовбурної деревини перевищував 380 м³ з гектара. Змішані культури дуба з ясенем показали ще вищі результати, наближаючись до 432 м³ деревини на гектар. Це дає підстави стверджувати, що поєднання дуба із супутніми породами є доцільним не лише на початкових етапах вирощування, а й у старшому віці насаджень, адже воно сприяє формуванню більш продуктивних і стабільних деревостанів. Характеристика 80-річних культур подана у таблиці 4.

Варто відзначити, що ріст і продуктивність дубових насаджень у Тульчинському лісомисливському господарстві значною мірою визначалися особливостями застосованих технологій створення культур. Передпосадковий обробіток ґрунту смугами чи борознами, своєчасне проведення доглядових заходів, правильний вибір схеми садіння та раціональне змішування порід мали вирішальне значення для подальшого розвитку деревостанів. Там, де догляди виконувалися регулярно протягом перших років, культури характеризувалися кращим ростом і меншою загибеллю сіянців. Навпаки, відсутність достатнього догляду призводила до посиленої конкуренції з боку трав'янистого покриву й підліску, що негативно позначалося на загальному стані насаджень.

Таблиця 4. Лісівничо-таксаційна характеристика 80-річних культур дуба звичайного

		Склад			Середні			
--	--	-------	--	--	---------	--	--	--

№ п/п	Лісництво, квартал, ділянка		Елемент лісу	Ширина міжрядь, м	D, см	H, м	Повнота	Бонітет	Запас, м ³ /га
1	Брацлавське 15/70	10Дз	Дз	2	30,7	26	0,76	I	381
2	Томашпільське 17/37	9Дз1Кл	Дз Клг Σ	6	29,5 25,3	25,2 24,6	0,64 0,07 0,71	I	291 55 346
3	Орлівське 51/23	7Дз2Яз1Л пд	Дз Яз Лпд Σ	8	26,5 21,6 17,7	23,2 20,7 17,2	0,5 0,16 0,14 0,80	I	290 97 45 432
4	Шпиківське 65/20	9Дз1Кл	Дз Клг Σ	6	31,3 24,3	26,2 23,7	0,64 0,07 0,71	I	346 56 402

Узагальнення проведених досліджень засвідчило, що штучні дубові культури Тульчинського лісомисливського господарства успішно виконують своє призначення і є прикладом ефективної лісокультурної практики. Важливим чинником стало те, що створення культур проводилося в оптимальних для дуба умовах свіжих дібров, де поєднання родючих ґрунтів та достатнього зволоження забезпечує швидкий ріст і високу життєздатність насаджень.

Висновки. Отримані результати дозволяють зробити висновок, що дуб звичайний у Тульчинському лісомисливському господарстві є стратегічно важливою породою для створення високопродуктивних і довговічних насаджень. Проведені дослідження підтвердили, що створені у свіжих дібровах культури характеризуються високим рівнем приживлюваності, стабільними темпами росту та значним запасом деревини, який з віком лише зростає. Уже у 50-60-річному віці дубові культури формують деревостани з запасом 250-300 м³ на гектар, а у 80-річних перевищує 380 м³. Змішані культури дуба з ясенем і грабом продемонстрували ще кращі результати, що свідчить про доцільність поєднання головної породи із супутніми. Висока продуктивність і стійкість таких деревостанів підтверджує ефективність застосованих технологій лісокультурних робіт, які включали якісний передпосадковий обробіток ґрунту, оптимальні схеми садіння та своєчасні агротехнічні заходи. Таким чином, дубові насадження Тульчинського лісомисливського господарства виконують як господарську, так і екологічну функцію, забезпечуючи збереження біорізноманіття та стійкість лісових екосистем у регіоні.

Список використаних джерел

1. Бондар А.О. Формування лісових насаджень у дібровах Поділля. Київ: Урожай, 2006. 336 с.
2. Василевський О.Г., Підпалій І.Ф., Матусяк М.В., Самойлова Н.О. Особливості формування та потенціал використання природного поновлення дуба звичайного в умовах Поділля. *Сільське господарство та лісівництво*. 2015. № 1. С. 93-101.

3. Діденко М.М., Поляков О.К. Стан природного поновлення дуба звичайного під наметом лісу в Лівобережному Лісостепу. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2018. Вип. 132. С. 25-34.

4. Нейко І.С., Матусяк М.В., Єлісавенко Ю.А., Панкова С.О. Характеристика природних дубових лісів та природного поновлення в умовах ДП «Тульчинське ЛМГ». *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 4 (27). С. 166-182.

5. Поліщук В.В., Козаченко І.В., Шпак В.П. Особливості створення лісових культур дуба звичайного в умовах лісового урочища «Білогрудівка» НВВ Уманського НУС. *Вісник Уманського національного університету садівництва. УНУС*. 2018. № 1. С. 104-110.

6. Центральнo-Західне міжрегіональне управління лісового та мисливського господарства: Матеріали лісовпорядкування: Вінницька область. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://vinwood.gov.ua/informacija/vidkriti-dani/materiali-lisovporjadkuvannja/vinnicka-oblast.html> (дата звернення: 25.09.2025)

Катерина КРИМЕЦЬ⁷,
студентка 4-го року навчання,
факультету екології, лісництва та садово-паркового господарства,
ННІ агротехнологій та природокористування,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЕКОЛОГІЧНО ОРІЄНТОВАНІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ ТА УТРИМАННЯ ГАЗОНІВ ЯК ЗАСІБ ПРОТИДІЇ ЗМІН КЛІМАТУ

Анотація. У статті досліджено сучасні підходи до створення та утримання газонів у контексті глобальних кліматичних змін. Проаналізовано основні екологічні проблеми, пов'язані з традиційними методами догляду за газонними покриттями, зокрема надмірне косіння, значні обсяги водоспоживання та інтенсивне застосування мінеральних добрив і пестицидів. Розглянуто екологічно орієнтовані рішення, спрямовані на зменшення викидів парникових газів, збереження водних ресурсів, підвищення біорізноманіття та формування стійких урбаністичних екосистем.

Ключові слова: газон, екологічно орієнтовані підходи, зміни клімату, урбаністичні екосистеми, біорізноманіття, водозбереження, екогазони, стійке озеленення, садово-паркове господарство.

Annotation. The article examines contemporary approaches to lawn creation and maintenance in the context of global climate change. It analyzes the main

⁷ Науковий керівник: к.с.н., доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства Циганська О.І.

environmental problems associated with traditional lawn care methods, in particular excessive mowing, significant water consumption, and intensive use of mineral fertilizers and pesticides. Environmentally oriented solutions aimed at reducing greenhouse gas emissions, conserving water resources, increasing biodiversity, and forming sustainable urban ecosystems are considered.

Keywords: *lawn, environmentally-oriented approaches, climate change, urban ecosystems, biodiversity, water conservation, eco-lawns, sustainable landscaping, gardening and park management.*

Вступ. Кліматичні зміни у XXI столітті становлять одну з найгостріших глобальних проблем, яка має комплексний характер та безпосередньо впливає на якість життя людини. Підвищення середньорічних температур, збільшення частоти посух, інтенсивні опади, руйнування екосистем та зростання рівня викидів парникових газів ставлять нові завдання перед сферою садово-паркового господарства та міського планування. Зелені насадження, включно з газонами, відіграють ключову роль у формуванні стійких урбаністичних екосистем, які мають потенціал знижувати негативні наслідки глобального потепління. Проте традиційні методи створення та утримання газонів виявилися енерговитратними, ресурсоемними та часто екологічно недоцільними. Це потребує розробки й впровадження екологічно орієнтованих підходів, що дозволяють поєднати декоративність зелених покриттів із їхнім внеском у боротьбу зі змінами клімату.

Виклад основного матеріалу. Газон традиційно сприймається як елемент благоустрою, який виконує насамперед естетичну функцію. Його рівномірна зелена поверхня створює візуальну гармонію, формує відчуття простору та впорядкованості, що особливо цінується у міському середовищі. Однак з екологічної точки зору газон є багатофункціональною системою. Він здатний регулювати мікроклімат, знижувати температуру навколишнього середовища у спекотні дні, підвищувати вологість повітря, утримувати пил і зменшувати поверхневий стік. У містах із високим рівнем урбанізації саме газони часто виконують функцію «екологічних буферів», які зменшують тепловий ефект «міських островів». Проте значна кількість наукових досліджень останніх років свідчить, що екологічний ефект газонів прямо залежить від того, які методи їх створення та утримання застосовуються.

Однією з основних проблем є надмірне використання техніки для косіння. Бензинові газонокосарки, що залишаються найпоширенішим інструментом у догляді, є джерелом викидів вуглекислого газу, оксидів азоту та летких органічних сполук. За даними Агентства з охорони довкілля США, одна година роботи газонокосарки з двигуном внутрішнього згорання може виробляти стільки ж шкідливих викидів, як автомобіль під час поїздки на 150 кілометрів. У масштабах великих міст, де площі газонів вимірюються сотнями гектарів, ці показники набувають значних масштабів. Тому відмова від надмірного косіння або перехід на електричні та роботизовані косарки є важливим напрямом у зниженні негативного кліматичного впливу[2].

Дослідження показують, що інтенсивність і частота скошування напряду впливають на рівень викидів парникових газів та забруднюючих речовин. Викиди можна умовно поділити на дві групи:

1. Біогенні викиди CO_2 – природне виділення вуглекислого газу з ґрунту та рослинного покриву. Вони відносно стабільні та не залежать істотно від частоти косіння.

2. Антропогенні викиди – продукуються газонокосарками з двигунами внутрішнього згоряння. Саме ця частина є змінною і може суттєво зменшуватися при оптимізації частоти скошування.

За даними наукового дослідження (USDA Forest Service, *Landscape and Urban Planning*, 2019), при скошуванні газонів з різною частотою отримано такі результати.

Додаткові негативні наслідки частого косіння:

1. Викиди забруднювачів: Бензинові газонокосарки є джерелом CO (чадного газу), оксидів азоту (NO_x), твердих частинок ($\text{PM}_{2.5}$) і летких органічних сполук (VOCs). Дослідження в Австралії показали, що садово-паркова техніка спричиняє від 5,2% до 11,6% загальних викидів CO і VOCs.

Таблиця 1. Викиди CO_2 від газонів залежно від частоти косіння

Частота косіння	Біогенні викиди (г С- $\text{CO}_2/\text{м}^2/\text{сезон}$)	Антропогенні викиди (г $\text{CE}/\text{м}^2/\text{сезон}$)	Загальні викиди (г CO_2 -екв./ $\text{м}^2/\text{сезон}$)	Коментар
Щотижня	~482	~17	~499	Найбільше антропогенне навантаження, підвищені витрати палива
Раз на два тижні	~436	~11	~447	Оптимальне співвідношення естетики та екологічності
Раз на три тижні	~458	~7	~465	Мінімальні викиди від техніки, але газон менш охайний

Джерело: [9]

2. Смогогенний ефект: Під час косіння у повітря виділяється велика кількість ненасичених вуглеводнів із пошкодженої рослинної тканини. В містах такі викиди можуть становити до 10% від усіх органічних газів, що беруть участь у формуванні фотохімічного смогу.

3. Загроза здоров'ю оператора: Працівники, які використовують бензинові косарки, зазнають високих концентрацій CO , дрібнодисперсних частинок і канцерогенних сполук, що у деяких випадках перевищують гранично допустимі норми якості повітря.

Зменшення частоти скошування навіть із щотижневої до двотижневої дозволяє скоротити антропогенні викиди CO_2 більш ніж на 30%, а з переходом до триразового косіння – більш ніж на 50%. Це підтверджує, що регуляція

частоти косіння є важливим елементом екологічно орієнтованого догляду за газонами.

Не менш гострою є проблема водоспоживання. У багатьох країнах із посушливим кліматом збереження інтенсивно зеленого газону потребує регулярного поливу, що збільшує навантаження на водні ресурси. У США, наприклад, за даними Environmental Protection Agency, на полив газонів витрачається до 9 мільярдів літрів води щодня, і близько половини цього обсягу втрачається через неефективні методи зрошення. У Європі дедалі частіше піднімається питання про заборону використання питної води для підтримки газонних покриттів. Це формує запит на пошук альтернативних підходів, зокрема використання дощової води, крапельного поливу чи впровадження «розумних систем» іригації, що враховують погодні умови та рівень вологості ґрунту.

Ще одним проблемним аспектом є надмірне внесення мінеральних добрив та пестицидів. Синтетичні азотні добрива під час розкладу виділяють закис азоту (N_2O) – один із найбільш небезпечних парникових газів, потенціал якого у 300 разів перевищує потенціал вуглекислого газу. Водночас хімічні препарати, які застосовуються для боротьби з бур'янами та шкідниками, сприяють деградації ґрунтових мікробіоценозів і потрапляють у ґрунтові води, погіршуючи їхню якість. Наукові дослідження вказують, що перехід на органічне удобрення, використання сидератів і мульчування може значно знизити екологічні ризики.

У зв'язку з цим у світі формується нова концепція підходу до газонів — від декоративного елементу до екологічно цінного компонента міського середовища. У країнах Західної Європи та США дедалі популярнішими стають так звані «екогазони» або «природні луки», які не вимагають частого косіння та поливу, а також підтримують біорізноманіття. Такі газони формуються із сумішей багаторічних трав, серед яких присутні не лише традиційні тонконіг та райграс, а й конюшина, дзвоники, ромашки, шавлія та інші види. Вони забезпечують кормову базу для запилювачів, зменшують потребу в добривах та зрошенні, сприяють накопиченню органічної речовини у ґрунті. Дослідження, проведені у Великій Британії, показали, що «лугові газони» здатні знижувати температуру повітря у місті більш ефективно, ніж традиційні короткострижені газони, водночас створюючи сприятливі умови для флори та фауни [3, 4].

Окрему увагу вчені приділяють також вибору видів трав для створення стійких газонів. В умовах зміни клімату, зокрема збільшення тривалості посух, актуальним є використання посухостійких видів, таких як костиця очеретяна (*Festuca arundinacea*), мітлиця тонка (*Agrostis tenuis*), деякі сорти райграсу багаторічного (*Lolium perenne*), що мають глибоку кореневу систему та здатність ефективно утримувати вологу. Введення у суміші бобових рослин (зокрема конюшини білої) сприяє природному збагаченню ґрунту азотом і зменшенню потреби у штучних добривах [7, 8].

Мавританський газон, який ще називають квітково-трав'янистим або декоративно-квітучим, являє собою мальовниче зелене покриття, що закладається переважно на добре освітлених ділянках, нерідко займаючи доволі

великі площі. Його особливість полягає у поєднанні багатьох видів трав і квітів, завдяки чому створюється ефект природної галявини.

Таке озеленення сприяє підтриманню екологічної рівноваги, адже подібні насадження максимально наближені до природних фітоценозів. У складі мавританського газону гармонійно співіснують як однорічні, так і багаторічні рослини, висіяні у вільному порядку. У результаті формується куточок, що нагадує фрагмент дикої природи.

Попри уявну простоту, догляд за мавританським газоном не можна назвати легким. Для того щоб він виглядав доглянутим і привабливим, необхідно стежити за своєчасним поливом і дбати про умови, які забезпечать безперервне цвітіння протягом усього теплого сезону. Найчастіше для засіву обирають ромашку, волошки, дзвіночки, люпин, білу конюшину, різні злакові та декоративні однорічники.

Оскільки види, що входять до складу суміші, мають різні строки розвитку та відмінні вимоги до зволоження, рекомендується підбирати рослини зі схожими потребами щодо догляду. За характером складу розрізняють однотонні мавританські газони, де переважають злакові трави, та барвисті, що містять велику кількість квіткових рослин. У другому випадку насадження виглядають особливо ефектно, адже протягом усього літа поступово розкривається нова хвиля цвітіння. Завдяки поєднанню декоративності та природності мавританський газон не лише прикрашає сад чи парк, а й виконує екологічну функцію, підтримуючи біорізноманіття, приваблюючи запилювачів і створюючи сприятливий мікроклімат [5,6].

Спортивний газон є спеціалізованим різновидом трав'яного покриття, створеним для використання на футбольних полях, тенісних кортах, гольф-майданчиках та інших об'єктах спортивної інфраструктури. Його головна особливість полягає у здатності витримувати значні механічні навантаження, зберігаючи при цьому щільність та декоративність дернини.

Для формування такого газону застосовують суміші спеціально підібраних злакових трав, серед яких домінують тонконіг лучний, райграс багаторічний та мітлиця. Ці види відзначаються високою відновлювальною здатністю та стійкістю до витоптування. Створення спортивного газону потребує ретельної підготовки ґрунту, оптимального вирівнювання поверхні та дотримання технології посіву.

Подальший догляд є надзвичайно інтенсивним: регулярне скошування, аерація, підживлення мінеральними добривами та систематичний полив. Унаслідок цього підтримується не лише естетичний вигляд покриття, але й його функціональність – безпечність та комфортність для спортсменів.

Таким чином, спортивний газон виконує не лише декоративну, але й прикладну роль, забезпечуючи належні умови для проведення змагань і тренувань, а також сприяючи зниженню травматизму завдяки пружності та еластичності дернини.

Луговий газон найбільше наближений до природних рослинних угруповань. Він формується із багаторічних злакових та бобових культур, а

також інколи доповнюється польовими квітами. Основна ідея створення такого покриття полягає у відтворенні ефекту природного луку, що зберігає декоративність протягом усього вегетаційного періоду.

До складу лугового газону часто включають кострицю, мітлицю, тонконіг, конюшину та інші трави, які добре пристосовуються до місцевих умов і не потребують надмірного догляду. Лугові газони зазвичай закладаються на великих площах парків, лісопаркових зон чи заміських ділянок, де вони створюють мальовничі, наближені до природи ландшафти.

Догляд за ними значно простіший, ніж за партерними чи спортивними, адже скошування здійснюється рідше – переважно 2-3 рази на рік. Водночас саме завдяки такому підходу зберігається біорізноманіття, адже трави встигають цвісти та утворювати насіння, підтримуючи життя комах-запилювачів та інших представників екосистеми. Лугові газони мають не лише естетичну, а й екологічну цінність, оскільки сприяють формуванню природного середовища, стабілізують мікроклімат і відіграють важливу роль у збереженні місцевої флори й фауни.

Садово-парковий газон є одним з найпоширеніших типів декоративного озеленення, що використовується для облаштування міських парків, скверів, бульварів та приватних садів. Він поєднує в собі високу декоративність та порівняно невибагливий догляд, завдяки чому вважається універсальним варіантом для різних типів територій.

Для закладання садово-паркового газону застосовуються суміші багаторічних злакових трав – костриці, тонконогу, райграсу, що утворюють щільний зелений покрив. На відміну від партерного газону, він менш вибагливий до умов освітлення і може рости як на відкритих ділянках, так і під кронами дерев.

Основний догляд полягає у регулярному скошуванні, поливі в посушливі періоди та внесенні підживлень для підтримання декоративності. При цьому садово-парковий газон добре виконує рекреаційну функцію, адже на ньому можна відпочивати, проводити прогулянки чи організовувати масові заходи. Його роль у міському середовищі є особливо значущою: зелений покрив сприяє очищенню повітря, зниженню рівня шуму, регуляції температури та створенню комфортного мікроклімату для мешканців [1].

Партерний газон є найвишуканішим і найбільш вимогливим видом трав'яного покриття. Його головне призначення – підкреслення архітектурних об'єктів та декоративних елементів садово-паркового мистецтва. Такий газон зазвичай закладається на центральних алеях, перед фасадами будівель, біля фонтанів і скульптур, де він виконує роль живого фону.

Для його створення використовують високоякісні насіння злакових трав, здебільшого тонконогу та костриці, які утворюють надзвичайно щільний і рівномірний зелений килим. Партерний газон відзначається інтенсивним доглядом: частим і рівномірним скошуванням, регулярним поливом, внесенням добрив, контролем бур'янів та захистом від шкідників. На таких газонах заборонено ходити чи використовувати їх для активного відпочинку, адже

головна цінність полягає саме в їхньому декоративному ефекті. Партерні газони — це показник високої культури озеленення та догляду, вони символізують престиж і гармонію архітектурно-ландшафтних ансамблів.

Таким чином, екологічно орієнтовані підходи до створення та утримання газонів включають комплекс заходів, спрямованих на зниження ресурсних витрат та викидів парникових газів, підвищення біорізноманіття й адаптивності міських екосистем. До таких заходів можна віднести: перехід на електричну техніку та мінімізацію частоти косіння, впровадження водозберігаючих технологій, відмову від надмірної хімізації, використання місцевих та посухостійких видів рослин, створення «лугових газонів». Ці рішення не лише сприяють збереженню екологічної рівноваги, але й забезпечують економічні вигоди, адже зменшують витрати на догляд і утримання [1, 9].

Висновок. Газон у сучасних умовах має розглядатися не лише як декоративний елемент, а як важливий інструмент у протидії глобальному потеплінню. Його потенціал як кліматорегулюючого компонента залежить від правильного вибору видів та технологій догляду. Садово-паркове господарство повинно відійти від традиційної практики «ідеально стрижених газонів» і переорієнтуватися на створення стійких, екологічно ефективних зелених покриттів. Такий підхід дозволить поєднати естетичні вимоги суспільства з екологічними потребами планети, зробивши газон реальним засобом боротьби зі змінами клімату, а не лише елементом благоустрою.

Список використаної літератури

1. Які види газону бувають і які сорти газонної трави краще вибрати? URL: https://agrovinn.com/ua/articles/kakie-vidy-gazona-byvayut-i-kakie-sorta-gazonnoi-travy-luchshe-vybrat?srsId=AfmBOopaFDqbhL2lfWxjo_цjaH-N4ZkonX3yXFYvI41jOnFAwHPWiDgX (дата звернення: 02.09.25 р.)
2. Дідур І.М., Прокопчук В.М., Панцирева Г.В., Циганська О.І. Рекреаційне садово-паркове господарство. Навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 328 с.
3. Дідур І. М., Прокопчук, В. М., Циганська, О. І., Циганський, В. І. Газони: технологічні особливості створення та експлуатації. 2019. С. 39-42.
4. Прокопчук В. М., Циганський В. І., Циганська О. І. Оцінка якісного стану та обґрунтування заходів догляду за газонним фітоценозом на території Вінницького національного аграрного університету. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. №3. С. 193-200.
5. Заїко, Г. А., and Ю. В. Лихолат. Фізіологічні особливості стійкості основних представників квітучих газонів в умовах міського середовища. *Вісник Дніпропетровсько-го ун-ту. Біологія. Екологія. Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетровського ун-ту* 1. 2011. 36-40.
6. Zaiyko, G. A., & Lykholat, U. V. Фізіологічні особливості стійкості основних представників квітучих газонів в умовах міського середовища. *Biosystems Diversity*. 2011. 19(1). С. 36-40.

7. Циганська О.І. Особливості створення та експлуатації садів у стилі «Нова хвиля» на садово-паркових об'єктах Вінниччини. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 25 (2). С. 198-206.

8. Pansyryeva H., Tsyhanska O., Kozak Y. Features of the growth and development of decorative species of the genus *Paesia* L. in the conditions of the architectural and exposition area of VNAU. In *Ecology, Biotechnology, Agriculture and Forestry in the 21st century: problems and solutions*. Monograph. Edited by S. Stankevych, O. Mandych. Tallinn: Teadmus OÜ, 2024. P. 314-347.

9. Tsyhanska O. Podillya Botanical Garden and Biostationary of Vinnytsia National Agrarian University as an educational, scientific and production base in the practical training of forestry and horticulture specialists. *Wydawnictwo Wyższej Szkoły Agrobiznesu w Łomży Seria: Zeszyty Naukowe*. 2022. № 87. P. 3. P. 15-21

10. Susannah B. Lermana,b, Alexandra R. Contostac Forest Service, *Landscape and Urban Planning*, 2019.

Максим ОПЛАКАНСЬКИЙ⁸,

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

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ В ОЗЕЛЕНЕННІ КВІТКОВО – ДЕКОРАТИВНИХ ВИДІВ РОДУ CHRYSANTHEMUM L. НА ТЕРИТОРІЇ БОТАНІЧНОГО САДУ «ПОДІЛЛЯ» ВНАУ

Анотація. Дана стаття покликана дослідити біолого-екологічні особливості квітково-декоративних видів роду *Chrysanthemum* L., які мають високий потенціал для використання в озелененні території ботанічного саду «Поділля» Вінницького національного аграрного університету, відповідно було досліджено і описано морфологічні та фенологічні характеристики декількох видів хризантем, їхню стійкість до умов середовища та декоративну цінність упродовж вегетаційного періоду. Окреслено вимоги рослин до ґрунтових умов, освітлення та вологозабезпечення, що визначають ефективність їхнього вирощування, оглянуто декоративні переваги хризантем — різноманітність кольорової гами, форми суцвіть, тривалість цвітіння та здатність формувати виразні композиційні акценти. Окрему увагу приділено порівнянню адаптивних можливостей *Chrysanthemum* L. у створенні квітників, бордюрів, міксбордерів і сезонних декоративних елементів. Запропоновано добірку найбільш перспективних видів для використання у відкритому ґрунті ботанічного саду. Наголошено на доцільності широкого застосування хризантем у ландшафтному дизайні як універсальних, пластичних і високодекоративних культур, здатних

⁸Науковий керівник: Козинська Анастасія, асистент кафедри лісового та садово-паркового господарства ВНАУ

підвищувати естетичну цінність та біорізноманіття садово-паркових об'єктів.

Ключові слова: *хризантеми, квітково-декоративні культури, озеленення, ландшафтний дизайн, ботанічний сад, адаптивність, декоративність, добір сортів, стійкість, агротехнічні умови.*

Annotation. *This article aims to investigate the biological and ecological characteristics of ornamental species of the genus Chrysanthemum L., which have high potential for use in landscaping the territory of the Podillya Botanical Garden of Vinnytsia National Agrarian University. Accordingly, the morphological and phenological characteristics of several species of chrysanthemums, their resistance to environmental conditions, and their decorative value throughout the growing season were studied and described. The requirements of plants for soil conditions, lighting, and moisture supply, which determine the effectiveness of their cultivation, were outlined, and the decorative advantages of chrysanthemums were reviewed—the variety of colors, the shape of inflorescences, the duration of flowering, and the ability to form expressive compositional accents. Particular attention is paid to comparing the adaptive capabilities of Chrysanthemum L. in the creation of flower beds, borders, mixed borders, and seasonal decorative elements. A selection of the most promising species for use in the open ground of the botanical garden is proposed. The expediency of wider use of chrysanthemums in landscape design as universal, plastic, and highly decorative crops capable of increasing the aesthetic value and biodiversity of garden and park objects is emphasized.*

Key words: *chrysanthemums, ornamental flower crops, greening, landscape design, botanical garden, adaptability, decorative qualities, variety selection, resistance, agrotechnical conditions.*

Вступ. Хризантеми давно користуються популярністю серед декоративних рослин завдяки своїй красі, різноманітності форм і кольорів. Вони створюють яскраві, гармонійні композиції в ботанічних садах, парках, скверах, садках та городах, добре поєднуючись з іншими рослинами та архітектурними елементами, водоймами або каскадами. Крім того, хризантеми витримують вплив міського середовища — загазованість, запиленість повітря та інші несприятливі фактори, що робить їх перспективними для озеленення навіть у складних умовах.

У рамках дослідження на території Ботанічного саду «Поділля» було вивчено п'ять видів хризантем, що дозволило оцінити їхню декоративність, особливості росту та поведінку в умовах конкретного середовища. Такі спостереження допомагають зрозуміти, як різні сорти можуть впливати на загальний вигляд ландшафтних композицій і яким чином підбирати рослини для створення гармонійного й приємного для відвідувачів простору.

Дослідження хризантем у Ботанічному саду «Поділля» показало, що кожен із п'яти видів має свої особливості — колір, форму суцвіть, строк цвітіння та витривалість до міських умов. Ці спостереження допомагають краще розуміти, як можна використовувати хризантеми для створення красивих і гармонійних

композицій у парках і садах, обираючи сорти, які найкраще поєднуються між собою та з іншими рослинами.

Виклад основного матеріалу. Рід *Chrysanthemum* L. – чисельна група багаторічних трав'янистих і напівкущових рослин родини айстрових (*Asteraceae*), що налічує понад 200 видів, поширених переважно у Східній Азії та Середземномор'ї. Найбільше видової різноманітності зосереджено у Китаї та Японії, де хризантеми здавна мають не лише декоративне, а й культурне та символічне значення [10].

Багаторічні хризантеми характеризуються кореневищною системою, прямостоячими або розгалуженими стеблами, різноманітною формою й розміром листків, а головною їхньою ознакою є яскраві кошикоподібні суцвіття, які відзначаються широкою палітрою забарвлення та значною варіативністю форми. Тривалість цвітіння залежить від групи й сорту і може тривати від кінця літа до пізньої осені [9].

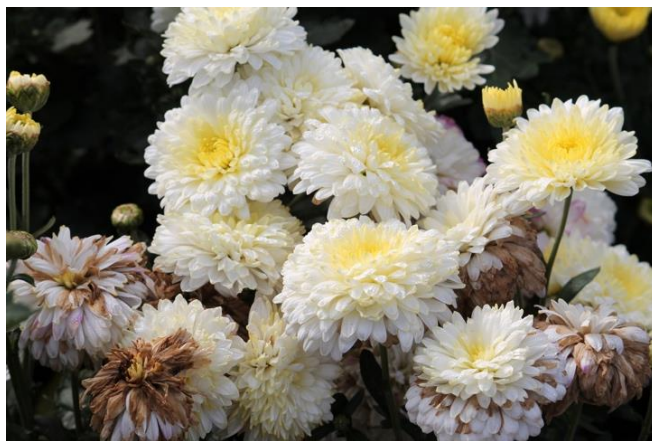


Рис. 1. Хризантема садова (*Ch.morifolium*)

У квітникарстві найбільш поширені гібридні форми та сорти хризантеми садової, які вирізняються високою декоративністю, стійкістю до умов відкритого ґрунту та здатністю формувати виразні ландшафтні композиції. Водночас у колекціях ботанічних садів України багаторічні хризантеми поки що представлені обмежено, що зумовлює необхідність їх ширшого впровадження як перспективних культур для озеленення територій навчальних, наукових та рекреаційних об'єктів [6].

На сучасному ринку України асортимент багаторічних хризантем представлений досить обмежено, незважаючи на їх надзвичайно високу декоративність та широке використання у світовій практиці озеленення. Враховуючи різноманіття садових форм та видів роду *Chrysanthemum* L. про які буде йтись далі, за їх призначенням, за кольоровою гамою, габітусом, тривалістю та термінами цвітіння, а також їх значне поширення і багатство у культурі розвинених країн світу, питання ефективного використання потенціалу цих рослин для збагачення асортименту квітково-декоративних культур в Україні є надзвичайно актуальним, зокрема в ботанічних садах, в саді «Поділля».

Садові хризантеми займають важливе місце серед декоративних багаторічних рослин відкритого ґрунту завдяки великому різноманіттю кольорів квітів. Вони цінуються за тривале та рясне цвітіння, а також за простоту у догляді. Завдяки цим властивостям хризантеми користуються великою популярністю при озелененні різних об'єктів. Водночас їхнє застосування у садовому дизайні вимагає додаткового вивчення, оскільки дослідження цього аспекту поки що обмежені [4].

Найважливішою біологічною перевагою багаторічних хризантем є їх стійкість до низьких температур та тривала декоративність восени, що дозволяє використовувати ці рослини у відкритому ґрунті протягом кількох років без втрати декоративних властивостей. Завдяки цим якостям хризантеми успішно застосовуються як у традиційних квітниках, рабатках і бордюрах, так і у контейнерній культурі для озеленення відкритих майданчиків, балконів і терас [8].

Більшість багаторічних видів добре ростуть на освітлених ділянках із родючими, достатньо зволженими ґрунтами. Для підтримання високої декоративності під час вирощування рекомендується внесення мінеральних добрив упродовж періоду активного росту та перед початком цвітіння.



Рис. 2. Хризантема корейська (Ch. Koreanum)

Територія ботанічного саду «Поділля», де вивчалися види роду *Chrysanthemum*, входить до складу зони Подільського Побужжя Лісостепу України.

Предметом дослідження стали морфометричні характеристики, окремі аспекти фенології, біологія розвитку рослин, а також тривалість і інтенсивність цвітіння на різних стадіях генеративного періоду та репродуктивна здатність представників роду *Chrysanthemum* L. У роботі було вивчено п'ять видів: *Ch. morifolium*, *Ch. indicum*, *Ch. multiflora*, *Ch. koreanum* та *Ch. arcticum* [2], які відрізняються між собою висотою, формою та забарвленням суцвіть, а також іншими біологічними особливостями:

1. Хризантема садова (*Chrysanthemum morifolium*). Багаторічна рослина з прямостоячими стеблами, заввишки 40–120 см. Листки яйцеподібні, глибоконадрізані, темно-зелені. Суцвіття великі, кошиковидні, різних форм – від простих до махрових, забарвлення – біле, рожеве, червоне, жовте, пурпурове.

Квітує з серпня до пізньої осені. Розмножується вегетативно та насінням, використовується в озелененні й для зрізу [1].

2. Хризантема індійська (*Chrysanthemum indicum*). Напівкущова рослина заввишки 50–120 см. Листки черешкові, перисто-розсічені, опушені. Кошики середніх розмірів, прості або напівмахрові, жовтого чи золотисто-оранжевого забарвлення. Квітує з липня до жовтня. Добре переносить посуху, застосовується у селекції для створення сортів [4].

3. Хризантема дрібноквіткова (*Chrysanthemum multiflora*). Компактний кущ заввишки 20–50 см, утворює щільну кулясту крону. Листки дрібні, зелені, злегка опушені. Суцвіття численні, діаметром 2–3 см, забарвлення варіює від білого до бордового. Цвітіння рясне, розпочинається в серпні й триває до заморозків. Використовується для декоративного оформлення клумб та контейнерного вирощування [1].

4. Хризантема корейська (*Chrysanthemum koreanum*). Витривалий багаторічник заввишки 30–80 см. Листки темно-зелені, зубчасті. Кошики середніх розмірів, різного забарвлення – від білого до фіолетового. Квітує з вересня до листопада. Virізняється високою морозостійкістю, легко переносить зиму у відкритому ґрунті [5].

5. Хризантема арктична (*Chrysanthemum arcticum* L.). Багаторічна рослина з повзучим кореневищем, утворює низькі куртини заввишки 15–30 см. Листки м'ясисті, сірувато-зелені. Кошики дрібні, білі або кремові, з жовтою серединкою, діаметром до 3 см. Квітує у серпні–вересні. Один із найбільш морозостійких видів, поширений у північних регіонах, використовується для альпійських гірок та як ґрунтопокривна культура [1].

Таблиця 1. Морфологічні характеристики, колір квітів та періоди цвітіння головних декоративно цінних видів роду *Chrysanthemum* L.

Види	Висота рослини, см	Діаметр суцвіття, см	Забарвлення квітки	Строки цвітіння
Хризантема садова (<i>Ch. morifolium</i>)	40-100	8-15	Біла, жовта, червона, бордова, фіолетова	Вересень-листопад
Хризантема індійська (<i>Ch. indicum</i>)	50-120	6-12	Біла, жовта, кремова, рожева, пурпурова	Серпень-жовтень
Хризантема дрібноквіткова (<i>Ch. multiflora</i>)	20-50	2-5	Біла, жовта, рожева, фіолетова	Вересень-жовтень
Хризантема корейська (<i>Ch. Koreanum</i>)	30-80	3-8	Різноманітні відтінки: від білої до бордової	Серпень-жовтень
Хризантема арктична (<i>Ch. arcticum</i> L.)	15-30	3-4	Біла з жовтим по центру	Липень-серпень



Рис.3. Проекти озеленення з використанням квітково – декоративних видів роду *Chrysanthemum* l. на території ботанічного саду «Поділля» ВНАУ

На території Ботанічного саду «Поділля» хризантеми займають важливе місце в декоративному озелененні завдяки своїй різноманітності форм, забарвлення та тривалості цвітіння. Вони використовуються як для створення яскравих сезонних композицій, так і для збагачення постійних ландшафтних ансамблів [7]. При плануванні посадок враховується поєднання хризантем із іншими декоративними видами, їхня здатність адаптуватися до умов саду та екологічна пластичність. Завдяки цьому колекція хризантем у саду демонструє як видовий, так і сортовий потенціал, створюючи гармонійні й естетично завершені композиції. Наступні скріншоти можуть проілюструвати приклади цих посадок.

Клумба – це ділянка землі, призначена для вирощування квітів у різних композиціях. Представлена клумба (Рис. 4) розташована в центрі території та формована з декоративних кущових рослин, досліджуваних сортів хризантем і хвойних рослин [6].



Рис. 4. Клумба з використанням досліджуваних сортів хризантем

Висновки. Хризантеми, представлені п'ятьма видами на території Ботанічного саду «Поділля», показали себе як стійкі декоративні та адаптивні

рослини. Вони добре пристосовуються до умов міста, витримують загазованість та запиленість повітря, а їхні яскраві квіткові форми та забарвлення дозволяють створювати гармонійні й виразні композиції в парках, біля водойм, каскадів або декоративних архітектурних форм. Особливо помітно, що хризантеми здатні підтримувати декоративність навіть у періоди, коли інші рослини в композиціях менш помітні.

Вивчення колекції в ботанічному саду показало, що важливу роль відіграє видовий потенціал рослин. Кожен вид має свої індивідуальні декоративні особливості, які проявляються залежно від умов зростання, сезону та віку. Це дозволяє формувати композиції, які поєднують красу, гармонію та природність, підкреслюючи естетичну виразність ландшафту.

Отримані спостереження підтверджують, що хризантеми мають великий потенціал для озеленення ботанічних садів. Їхнє впровадження у нові або реконструйовані зелені зони допомагає створювати привабливі, живі й екологічно стійкі простори, що викликають приємне естетичне задоволення відвідувачам протягом усього сезону.

Список використаної літератури

1. Аналіз та порівняльна сортооцінка колекції хризантеми садової (*Chrysanthemum morifolium*) на базі ботанічного саду «Поділля» ВНАУ. Режим доступу URL: <https://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/27350.pdf> (дата звернення 11.09.2025)
2. Багаторічні квіти – Хризантема дрібноквітова. Режим доступу: URL: https://poradagorod.ucoz.ua/publ/kviti/bagatorichni_kviti_khrizantema_dribnokvitkova_korejska/5-1-0-40 (дата звернення: 8.09.2025)
3. Біостаціонар Вінницького національного аграрного університету як навчальна, наукова та виробнича база у підготовці фахівців садово-паркового господарства. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сільське господарство та лісівництво. №7 (том 2) / Прокопчук В. М., Циганський В. І та ін. Вінниця, 2017. С. 87-95.
4. Горобець В. Ф. Хризантеми відкритого ґрунту. Квіти України, 2003. 42 с.
5. Декоративні рослини природної флори України / Під ред. Гродзинського А.М. Київ: Наукова думка, 1977. 221 с.
6. Ішук Л. П., Олешко О. Г., Черняк В. М., Козак Л. Квітникарство . Біла Церква, 2014. 292 с.
7. Панцирева Г.В. Перспективність використання Asteracea L. в озелененні зони Поділля. Збірник наукових праць. *Сільське господарство і лісівництво*, 2018. С. 55-59.
8. Дідур І.М., Прокопчук В. М., Панцирева В.Г., Циганська О. І. Рекреаційне садово-паркове господарство: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 327 с.

9. Хризантема. Режим доступу: URL: Режим доступу: URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0> (дата звернення 10.09.2025)

10. Яковець Л. А. Ботаніка. Методичні вказівки для виконання практичних робіт здобувачами вищої освіти факультету агрономії та лісівництва.. Вінницький національний аграрний університет. Вінниця: ВНАУ, 2022. 100 с.

Ірина СВЕРЛОВИЧ⁹,
студентка 3-го року навчання,
факультет екології, лісівництва та
садово-паркового господарства,
ННІ агротехнологій та природокористування
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ГІДРОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА І ГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ РІЧКИ ПОСТОЛОВА

Анотація. Річка Постолова – ліва притока Південного Бугу, розташована в межах Козятинського та Калинівського районів Вінницької області. Її довжина становить 38 км, а площа басейну – 455 км². Долина річки переважно трапецієподібна, із заболоченою заплавою, особливо в нижній течії. Похил річки – 1,5 м/км, ширина русла – 5–8 м, глибина – 0,5–1 м у межах. На річці споруджено кілька ставків і водосховищ, що мають важливе господарське значення для зрошення, водопостачання та рекреації. Постолова відіграє роль у формуванні місцевого мікроклімату, підтримці біорізноманіття та забезпеченні водного балансу регіону.

Annotation. The Postolova River is a left tributary of the Southern Bug, located within the Kozyatynskyi and Kalynivskyi districts of Vinnytsia region. Its length is 38 km, and the basin area is 455 km². The river valley is mainly trapezoidal, with a swampy floodplain, especially in the lower reaches. The slope of the river is 1.5 m/km, the width of the channel is 5–8 m, and the depth is 0.5–1 m at low tide. Several ponds and reservoirs have been built on the river, which are of important economic importance for irrigation, water supply and recreation. The Postolova plays a role in shaping the local microclimate, maintaining biodiversity and ensuring the water balance of the region.

Вступ. Річка Постолова – одна з малих річок України, що протікає територією Вінницької області та є лівою притокою Південного Бугу. Незважаючи на свої скромні розміри (довжина – 38 км, площа басейну – 455 км²),

⁹ Науковий керівник – професор кафедри екології та охорони навколишнього середовища Олександр ТКАЧУК

вона відіграє важливу роль у формуванні гідрологічного режиму регіону, забезпеченні водних потреб місцевого населення та підтримці екологічної рівноваги. Її басейн охоплює низку населених пунктів, де річка використовується для зрошення, водопостачання, рекреації та ведення сільського господарства. Вивчення гідрологічних особливостей Постолювої дозволяє глибше зрозуміти закономірності функціонування малих водотоків у лісостеповій зоні України та їхнє значення для сталого розвитку територій.

Метою даної статті є комплексне дослідження гідрологічних характеристик річки Постолюва, оцінка її господарського значення для місцевих громад, аналіз екологічних проблем, спричинених антропогенним впливом та обґрунтування необхідності збереження малих річок як важливих природних і соціально-економічних ресурсів.

Виклад основного матеріалу. Річка Постолюва – це не просто географічний об’єкт на мапі Вінницької області, а жива артерія, що з’єднує природу, історію та людське буття. Її тиха течія нагадує про сталість і водночас змінність – вона протікає крізь села, поля, ліси, залишаючи слід у ландшафті та пам’яті місцевих жителів. У світі, де великі річки часто привертають увагу, малі водотоки, як-от Постолюва, залишаються в тіні, хоча їхнє значення не менш важливе (рис. 1).

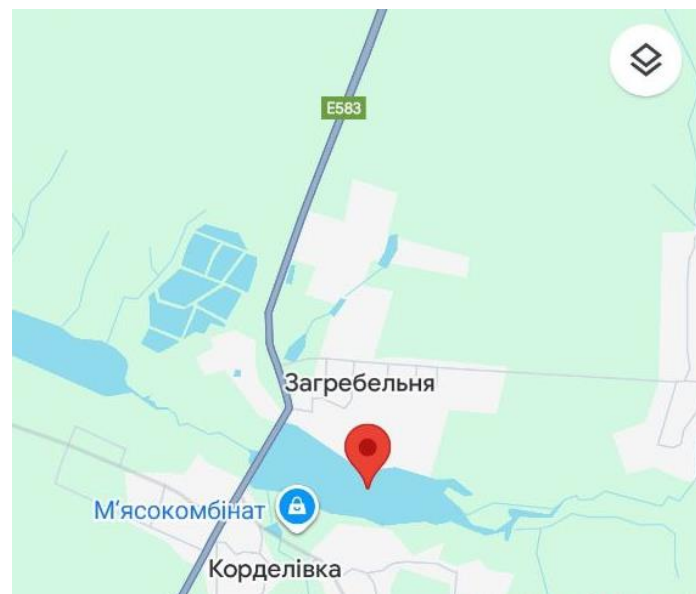


Рис. 1 Карта річки Постолюва [2]

Постолюва бере свій початок поблизу села Хліборобне, на південному сході Придніпровської височини. На своєму шляху вона проходить через такі населені пункти, як Немиринці, Радівка, Корделівка, Писарівка, Хомутиці, Грушківці, Байківка та Іванів. Кожне з цих сіл має свою історію, але всі вони об’єднані спільною ниткою – річкою, яка дає воду, життя і спокій.

Долина Постолювої – трапецієподібна, з заболоченою заплавою, особливо в нижній течії. Це місце, де природа зберігає свою первозданність, а людина – своє коріння. Тут можна побачити, як річка впливає на мікроклімат, як вона формує екосистему, як її води використовуються для зрошення та господарських

потреб. Постолова – це не лише вода, це простір, де зустрічаються стихія і людська праця.

Її протікання – символ зв'язку між минулим і сучасним. У XIX столітті на її берегах працювали водяні млини, сьогодні – це місце для відпочинку, риболовлі, спостереження за природою. І хоча вона не має гучного імені, як Дніпро чи Дунай, її роль у житті регіону – глибока і незамінна.

Річка Постолова приклад того, як малі річки формують великий світ. Вона протікає не лише через землю, а й через буденність тих, хто живе поруч. І саме тому варто звертати увагу на такі водотоки, берегти їх, досліджувати і розуміти – бо в них прихована тиха сила природи.

Річка Постолова – це невелика, але значуща водна артерія, що протікає територією Калинівської територіальної громади Вінницької області, та через Козятинський район. Її довжина становить 38 кілометрів – це не багато в масштабах України, але достатньо, щоб річка стала важливою частиною місцевого природного середовища. Вона бере початок на південному сході від села Хліборобне, а завершує свій шлях, впадаючи в Південний Буг поблизу села Іванів.

Басейн річки охоплює площу 455 квадратних кілометрів. Це територія, з якої річка збирає свої води – дощові, талі, ґрунтові. Саме цей басейн формує її водний режим, впливає на сезонні коливання рівня води та визначає її гідрологічну поведінку. У межах басейну розташовано чимало сіл, полів, лісів, і кожен з цих елементів взаємодіє з річкою, створюючи складну екосистему [3].

Русло Постолової має ширину від 5 до 8 метрів, що характерно для малих річок рівнинної зони. Глибина річки в період межені – тобто найменшого водного рівня – становить приблизно 0,5–1 метр. Це робить її доступною для спостереження, риболовлі, а подекуди – і для купання. Водночас така глибина свідчить про її вразливість до кліматичних змін і людського втручання.

Похил річки – близько 1,5 метра на кілометр. Це означає, що річка має досить спокійну течію, без різких перепадів висот. Такий похил характерний для рівнинних річок, які повільно звиваються між берегами, формуючи заболочені заплави, особливо в нижній течії. Заплава Постолової має ширину від 50 до 150 метрів і часто буває заболоченою, що створює сприятливі умови для водно-болотних екосистем (табл. 1).

Річка Постолова – це приклад того, як навіть невеликий водотік може мати значний вплив на довкілля, господарське життя та культурну ідентичність регіону. Її фізичні характеристики – довжина, ширина, глибина, похил – не просто цифри, а ключ до розуміння її ролі в природному ландшафті.

Річка Постолова, хоч і невелика за розмірами, проте вона має свою власну гідрологічну систему, яка включає кілька приток, що живлять її водами та формують її характер. Ці притоки – мов нитки, що вплітаються в єдину тканину водного життя регіону, додаючи річці сили, глибини та різноманіття.

Серед правих приток найбільш помітною є річка Гнилоп'ята. Її назва вже сама по собі викликає цікавість – вона ніби натякає на давню історію, можливо, пов'язану з болотистими місцями чи повільною течією. Гнилоп'ята несе свої

води з північного сходу, вливаючись у Постолову та збагачуючи її потік. Ще один правий притік – невеликий струмок, який також називають Постолова. Цей факт може збивати з пантелику, але він водночас підкреслює, наскільки тісно переплетені водні шляхи в цій місцевості [1].

Таблиця 1. Основні дані про річку Постолову

Параметр	Значення
Розташування	Вінницька область (Козятинський та Калинівський райони)
Початок	Поблизу села Хліборобне
Впадіння	У річку Південний Буг біля села Іванів
Довжина	≈ 38 км
Площа басейну	≈ 455 км ²
Ширина русла	5–8 м
Глибина (межень)	0,5–1 м
Похил річки	≈ 1,5 м/км
Ширина заплави	50–150 м (часто заболочена)
Тип течії	Спокійна, рівнинна
Значення	Формує місцеві екосистеми, важлива для рибальства, водно-болотних угідь та сільського господарства

З лівого боку до річки вливається Яр Уласова Руда – притік, що має яскраво виражений характер. Яри, як правило, формуються внаслідок ерозії, і тому вода, яка стікає з них, часто буває швидкою, насиченою осадами, особливо після дощів.

Ці притоки додають води до основного русла, й формують екологічний баланс. Вони приносять поживні речовини, створюють середовище для життя риб, водоплавних птахів, амфібій. У періоди паводків саме притоки можуть відігравати ключову роль у регулюванні рівня води, розподілі навантаження на заплаву, запобіганні затопленням.

Постолова з її притоками відображає річкову систему, як жива мережа, що пульсує в ритмі природи. Кожен струмок, кожна гілка – це окрема історія, окремий голос у великому хорі водного життя. І хоча ці притоки можуть здаватися незначними на карті, їхній внесок у загальну картину – незамінний. Вони – як капіляри, що живлять серце річки, роблячи її не просто географічним об'єктом, а частиною великого природного організму.

З господарського боку Постолова слугує джерелом води для зрошення полів, особливо в літні місяці, коли посуха може загрожувати врожаю. Уздовж її берегів розташовані села, де вода з річки використовується для побутових потреб, напування худоби, а подекуди – і для невеликих господарських ставків. У долині річки створено кілька ставків і водосховищ, які регулюють водний режим, й слугують місцем для рибальства та рекреації. У минулому, як свідчать залишки млинів, вода Постолової використовувалась для переробки зерна – це був один із способів використання природи для потреб людини.

Природне значення річки не менш важливе. Її заплава, особливо в нижній течії, часто заболочена, що створює унікальні умови для водно-болотних екосистем. Тут мешкають рідкісні види рослин і тварин, багато з яких

потребують охорони. За даними геоботанічних досліджень, у долині річки сформувалися флороценотичні комплекси, які є еталонами природних екосистем Східного Поділля. Це місце, де природа ще зберігає свою первозданність, незважаючи на антропогенний тиск [4].

Однак саме цей тиск – господарське освоєння території, розорювання заплав, забудова – призвів до певної деградації рослинного покриву. Втрата біорізноманіття, зміна водного режиму, забруднення – усе це викликає потребу в охороні річки та її долини. Постолова – це приклад того, як баланс між використанням і збереженням може бути порушений, якщо не ставитися до природи з повагою.

Річка Постолова, як і багато малих річок України, стикається з низкою екологічних проблем, що загрожують її існуванню та природному балансу. Ці проблеми не завжди помітні на перший погляд, але вони поступово руйнують водну екосистему, змінюють ландшафт і впливають на життя людей, які мешкають поруч.

Однією з найгостріших проблем є забруднення води. Сільськогосподарська діяльність у басейні річки – використання добрив, пестицидів – призводить до потрапляння хімічних речовин у воду. Це викликає евтрофікацію – надмірне збагачення води поживними речовинами, що спричиняє розростання водоростей, зниження рівня кисню і, як наслідок, загибель риби та інших водних організмів. Побутові стоки, які нерідко скидаються без належної очистки, лише поглиблюють цю проблему.

Ще одним викликом є меліорація та осушення заплав. У минулому, з метою розширення орних земель, заплави річки були частково осушені, що порушило природний водний режим. Болота, які виконували роль природних фільтрів і регуляторів рівня води, зникли або деградували. Це призвело до зменшення біорізноманіття, втрати середовищ існування для багатьох видів птахів, земноводних і комах.

Не менш небезпечною є ерозія берегів, спричинена вирубкою лісів і чагарників уздовж русла. Рослинність, яка утримувала ґрунт, зникла, і тепер під час дощів вода змиває землю прямо в річку. Внаслідок це змінює її глибину і ширину й забруднює воду твердими частинками, що осідають на дні, погіршуючи умови для водних мешканців [5].

Крім того, річка страждає від кліматичних змін. Зменшення кількості опадів, підвищення температури, частіші періоди посухи – усе це впливає на водний баланс. У літні місяці рівень води суттєво падає, а в окремих ділянках річка може навіть пересихати. Створюючи загрозу для всього водного життя і зниження здатності річки до самоочищення.

Річка Постолова – природний об'єкт, та дзеркало нашого ставлення до довкілля. Її екологічні проблеми – це наслідок людської недбалості, короткозорості та прагнення до миттєвої вигоди. Але водночас вона залишається джерелом надії: якщо вчасно вжити заходів – відновити заплави, очистити стоки, посадити захисні лісосмуги – річка зможе відродитися. І тоді її тиха течія знову стане символом гармонії між людиною і природою.

Річка Постолова, як частина водної системи Вінницької області, потребує планування конкретних дій для збереження її екологічного стану. Природоохоронні заходи для цієї річки мають на меті створити стратегію співіснування людини з природою, де кожен крок має значення [6].

Першим кроком до відновлення річки є очищення її вод від забруднень. Це передбачає створення сучасних очисних споруд у населених пунктах, що розташовані в басейні річки, а також контроль за скиданням побутових і промислових стоків. Важливо зменшити кількість шкідливих речовин, які потрапляють у воду, а й запровадити систематичний моніторинг її якості. Такий підхід дозволяє вчасно реагувати на зміни та запобігати екологічним катастрофам.

Не менш важливою є відновлення заплавних територій. Болота, луки, чагарники – це природні фільтри, які очищують воду, регулюють її рівень і створюють середовище для життя багатьох видів. Осушення заплав у минулому призвело до втрати біорізноманіття, тому сьогодні необхідно повернути ці території до природного стану. Це можна зробити шляхом припинення меліоративних робіт, посадки вологолюбної рослинності та створення охоронних зон.

Ще одним напрямом є лісонасадження вздовж берегів. Деревя та кущі зміцнюють береги, запобігаючи ерозії, та створюють тінь, що знижує температуру води влітку, сприяючи збереженню водного життя. Такі зелені коридори також слугують місцем проживання для птахів, комах і дрібних ссавців, формуючи цілісну екосистему.

Важливою складовою природоохоронної роботи є просвітницька діяльність. Місцеві громади мають бути координатами руху, та активними учасниками процесу. Проведення екологічних акцій, освітніх програм у школах, залучення волонтерів – усе це формує культуру відповідального ставлення до природи. Люди, які розуміють цінність річки, будуть її берегти [7].

На рівні державної політики необхідно впроваджувати плани управління річковими басейнами, як це передбачено Водною рамковою директивою ЄС. Такі плани мають враховувати особливості кожної річки, включно з Постоловою, і передбачати довгострокові заходи з її охорони та відновлення.

Річка Постолова – це справа не одного дня і не однієї людини. Це спільна відповідальність, яка починається з усвідомлення і переходить у дії. І якщо ці дії будуть послідовними, науково обґрунтованими та підтриманими громадою, річка знову зазвучить чистим голосом у ландшафті Поділля.

Висновок. Отже, річка Постолова – це приклад малої річки, яка відіграє важливу роль у природному та господарському житті регіону. Її гідрологічна характеристика включає довжину 38 км, площу басейну 455 км², ширину русла 5–8 метрів і глибину до 1 метра в період межені. Похил річки становить 1,5 м/км, що забезпечує спокійну течію та формує заболочену заплаву шириною до 150 метрів.

З господарської точки зору Постолова має значення як джерело води для сільського господарства, зокрема для зрошення та напування худоби. Уздовж її

течії створено кілька ставків і водосховищ, які використовуються для рибальства, рекреації та регулювання водного режиму.

Таким чином, річка Постолова, попри свої скромні розміри, є важливою складовою природного ландшафту та господарської інфраструктури. Її збереження та раціональне використання – ключ до сталого розвитку регіону.

Список використаної літератури

1. Ковальчук О.В., Ковальчук В.В. Екологічний стан водного середовища Вінниччини. *Екологія та природні ресурси*. 2021. № 3. С. 12–18.
2. Матвійчук О.А. Склад герпетофауни заплави р. Постолова. *Актуальні питання географічних, біологічних та хімічних наук: основні наукові проблеми та перспективи дослідження. Збірник наукових праць ВДПУ*. Вінниця, 2023. Вип. 21 (26). С. 40-42.
3. Іванов О.В., Петров І.В. Оцінка впливу малих гідроелектростанцій на стан річок Вінницької області. *Екологічна безпека та природокористування*. 2021. № 2. С. 34–40.
4. Павловська Т. С. Гідрологія річок: навчальний посібник. Луцьк: Вежа-Друк, 2023. 156 с.
5. Річки басейну Південного Бугу. URL: <https://river.land.kiev.ua/southern-bug.php>
6. Сніжко С., Шевченко О., Дідовець Ю. Аналіз впливу кліматичних змін на водні ресурси України. Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2021. 68 с.
7. Хаєцький Г.С., Франчук М.О. Екологічні проблеми малих річок Вінницької області. ВінСмартЕко: зб. матеріалів II Міжнар. наук.-практ. конф., 20–21 трав. 2021 р., Вінниця, Україна; за наук. ред. О.В. Мудрака. Вінниця: КЗВО «Вінницька академія безперервного світу», 2021. С. 163.

Зореслава МАРКОВА¹⁰

студентка 2-го року навчання,
факультет екології, лісівництва та
садово-паркового господарства,
ННІ Агротехнологій та природокористування
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ АВТОТРАНСПОРТУ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ДОВКІЛЛЯ МІСТА ЯМПІЛЬ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

***Анотація.** У статті розглянуто вплив автотранспорту на екологічний стан довкілля міста Ямпіль. Визначено основні джерела забруднення*

¹⁰ *Науковий керівник – доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища
Галина МУДРАК

атмосферного повітря, ґрунтів і водних ресурсів, пов'язані з експлуатацією транспортних засобів. Проаналізовано рівень викидів шкідливих речовин, шумове навантаження та їх наслідки для здоров'я населення і стану міської екосистеми. Особливу увагу приділено проблемам зростання кількості автомобілів у місті та недостатньому розвитку екологічної інфраструктури. Запропоновано можливі шляхи зниження негативного впливу автотранспорту, зокрема модернізацію транспортної системи, використання екологічно чистих видів палива та підвищення рівня екологічної свідомості населення.

Annotation. The article examines the impact of motor vehicles on the environmental condition of Yampil city. The main sources of air, soil, and water pollution caused by vehicle operation are identified. The level of harmful emissions, noise pollution, and their consequences for public health and the urban ecosystem are analyzed. Special attention is given to the growing number of cars in the city and the insufficient development of environmental infrastructure. Possible ways to reduce the negative impact of transport are proposed, including modernization of the transport system, the use of environmentally friendly fuels, and raising public environmental awareness.

Вступ. Автотранспорт має значний негативний вплив на довкілля, оскільки під час його роботи утворюється комплекс шкідливих чинників. Основним джерелом забруднення атмосфери є вихлопні гази, що містять оксиди вуглецю, діоксиди азоту, сірчані сполуки та тверді частинки. Вони сприяють виникненню парникового ефекту, кислотних дощів і зниженню якості повітря, що становить загрозу для здоров'я населення. Додатково транспортні засоби створюють шум і вібрації, а також призводять до забруднення ґрунтів і водних об'єктів паливно-мастильними матеріалами.

Збільшення кількості автомобілів у містах загострює екологічні проблеми, порушує природний баланс і вимагає переходу до екологічно чистих технологій пересування.

Транспортні засоби щорічно викидають в атмосферу до 35 тис. т. шкідливих речовин (понад 28 тис. т. чадного газу, понад 2 тис. т. оксиду азоту, понад 4 тис. т. вуглеводнів) [3].

Метою дослідження є визначення впливу автотранспорту на екологічний стан довкілля міста Ямпіль Вінницької області.

Об'єктом дослідження є компоненти довкілля у межах м. Ямпіль Вінницької області.

Предметом дослідження є аналіз видів забруднення компонентів довкілля м. Ямпіль.

Під час проведення досліджень використовувалися *методи* опису, аналізу, екологічного моніторингу та узагальнення. Проведено аналіз оптимальних шляхів зменшення негативного впливу автотранспорту на екологічний стан компонентів довкілля міста Ямпіль.

Виклад основного матеріалу. Використання автомобільного транспорту призводить до забруднення повітря шкідливими викидами (оксиди вуглецю, азоту, сірчистий газ, сажа) та випарами пального. Ґрунти й водні ресурси також страждають від потрапляння важких металів (свинцю, кадмію), мастильних матеріалів та інших токсичних сполук, що надходять разом із відпрацьованими газами та витоками пального. Найбільша частка забруднення атмосфери припадає саме на автомобільний транспорт, який формує понад половину загального обсягу шкідливих викидів у навколишнє середовище.

Забруднення атмосферного повітря здійснюється через [3]:

- викиди газів: двигуни транспортних засобів виділяють оксиди вуглецю, сполуки азоту, вуглеводні, альдегіди, сірчистий газ, сажу та інші токсичні речовини;

- випаровування пального: додаткові забруднення виникають через випаровування бензину з паливних баків, карбюраторів і при витоках палива;

- основне джерело: наземний транспорт (легкові й вантажні автомобілі, мотоцикли) становить понад 70% усіх викидів CO₂ та значну частину інших шкідливих речовин.

Забруднення ґрунтів та води:

- осідання токсинів: з атмосфери на поверхню ґрунту осідають важкі метали – свинець, кадмій, ртуть та інші;

- накопичення в ґрунті: ці елементи знижують родючість земель і негативно впливають на ріст сільськогосподарських культур;

- стічні води: забруднені речовини з доріг і промислових територій надходять у стічні води, погіршуючи якість довкілля;

- вплив на водойми: токсичні сполуки потрапляють у річки та підземні води, що погіршує їхній екологічний стан.

Основним джерелом забруднення повітря в Ямполі є автомобільний транспорт, який формує понад 70% викидів CO₂ серед усіх джерел, до 60% оксидів азоту (NO_x); значну частку дрібнодисперсного пилу (PM_{2.5}, PM₁₀), сліди свинцю, кадмію та інших важких металів, які осідають на ґрунт і потрапляють у воду (табл. 1) [4].

Таблиця 1. Порівняння фактичних даних і норм забруднення атмосферного повітря міста Ямпіль

Забруднювач	У Ямполі (середнє)	Межа ВООЗ	Межа України	Стан
PM _{2.5}	8-13мкг/м ³	≤5	≤25	Перевищує ВООЗ, але в межах України
PM ₁₀	10-15мкг/м ³	≤15	≤40	Близько до норми ВООЗ
NO _x	4-6 мкг/м ³	≤10	≤40	безпечний
SO ₂	1-2 мкг/м ³	≤40	≤50	безпечний
CO	<1мг/м ³	≤4	≤5	безпечний

Повітря в м. Ямпіль у 2025 році загалом відповідає українським санітарним нормам. Найбільша проблема – дрібнодисперсний пил (PM2.5), концентрація якого в 2-3 рази перевищує рекомендації ВООЗ, що вказує на вплив автотранспорту (табл. 2) [1, 4].

Таблиця 2. Порівняння рівнів PM2.5 у Ямполі (2020-2025)

Рік	Середнє значення PM2.5 (мкг/м³)	Оцінка AQI	Примітки
2020	≈ 7-10	добрий	-
2021	≈ 8-11	добрий	-
2022	≈ 9-12	добрий	-
2023	≈ 10-13	помірний	-
2024	≈ 11-14	помірний	-
2025	8.3	добрий	Поточний рік

Ґрунти у місті Ямпіль забруднюються важкими металами, такими як свинець (Pb), кадмій (Cd), цинк (Zn) та мідь (Cu), через діяльність промислових підприємств, впливу автомобільного транспорту, діяльність сільського господарства та несанкціонованих звалищ.

Поверхневі води в Ямполі забруднюються важкими металами через скиди недостатньо очищених стічних вод з промислових підприємств, побутових стоків, а також через атмосферні опади, що містять забруднювачі (табл. 3) [2, 4].

Таблиця 3. Порівняння фактичних даних і норм ґрунтів і вод міста Ямпіль

Забруднювач	Ґрунт (мг/кг)	Вода (мг/л)	Норма для ґрунту (мг/кг)	Норма для води (мг/л)
Свинець (Pb)	2-5	0,03	≤20	≤0,05
Кадмій (Cd)	0,1-0,3	0,001	≤1	≤0,003
Цинк (Zn)	30-50	0,5	≤100	≤1,0
Мідь (Cu)	10-20	0,2	≤50	≤1,0

Місто Ямпіль Вінницької області, з населенням близько 10 700 осіб станом на 2025 рік, переживає поступове зростання автомобільного парку, що супроводжується недостатнім розвитком екологічної інфраструктури. У 2021 році Вінницька область посідала 7-ме місце в Україні за кількістю імпортованих вживаних автомобілів, з часткою 4,9% від загального обсягу [1]. Це свідчить про активне поповнення автопарку, що також стосується Ямпіля.

Збільшення кількості автомобілів призводить до підвищення рівня забруднення повітря, зокрема через викиди CO₂ та інших шкідливих речовин.

У Ямполі та навколишніх районах спостерігається недостатній розвиток екологічної інфраструктури. Відсутність ефективних систем очищення стічних вод та обмежена кількість зелених зон сприяють накопиченню забруднювачів у навколишньому середовищі. Це негативно впливає на якість води та стан ґрунтів, що може призводити до зниження біорізноманіття та погіршення здоров'я мешканців.

Модернізація транспортної системи передбачає:

- оновлення автопарку: сприяння заміні старих автомобілів на сучасні, що відповідають стандартам Євро-6 і мають менші шкідливі викиди;

- розвиток громадського транспорту: впровадження маршрутів із низьким рівнем шкідливих викидів або електротранспорту;
- регулювання руху: впровадження систем управління дорожнім рухом, обмеження швидкості та створення зон із обмеженим доступом для приватних авто в центрі міста;
- паркувальна політика: створення достатньої кількості паркувальних місць та стимулювання використання громадського транспорту;
- використання екологічно чистих видів палива: електромобілі та гібриди; поступове стимулювання переходу на транспорт з низьким рівнем викидів;
- біопаливо та водень: використання альтернативних видів палива для зменшення викидів CO₂ та інших забруднювачів;
- інфраструктура для зарядки: розміщення зарядних станцій для електромобілів у ключових точках міста.

Важливе значення має підвищення екологічної свідомості населення:

- освітні програми: проведення лекцій, семінарів і тренінгів про вплив автотранспорту на повітря, ґрунти та воду;
- інформаційні кампанії: інформування мешканців про допустимі рівні забруднення та способи їх зменшення, включаючи економне використання палива та користування екологічним транспортом;
- активний транспорт: розвиток велодоріжок та пішохідних зон, стимулювання використання велосипедів і громадського транспорту;
- комплексні заходи контролю забруднення: моніторинг повітря – регулярне спостереження за концентраціями PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂, CO₂ та інших шкідливих речовин;
- зменшення локальних джерел забруднення: контроль за витоками палива, старими транспортними засобами та промисловими стоками;
- розширення зелених зон: посадка дерев і створення парків для поглинання CO₂ і пилових часток.

Висновок. Автотранспорт є головним джерелом екологічного навантаження на довкілля міста Ямпіль. Він спричиняє значне забруднення атмосферного повітря, ґрунтів і водних ресурсів, головним чином за рахунок викидів шкідливих речовин (CO₂, оксиди азоту, сірки, тверді частинки, важкі метали) та шумового забруднення. Понад 70% викидів в атмосферу у місті припадає саме на транспорт, що підтверджує його домінуючу роль у забрудненні. Найбільшою проблемою є перевищення концентрації дрібнодисперсного пилу PM_{2.5}, який становить небезпеку для здоров'я мешканців, хоча інші показники в основному залишаються в межах державних нормативів. Негативний вплив автотранспорту посилюється зростанням кількості автомобілів, відсутністю належної екологічної інфраструктури (систем очищення, зелених зон), а також низьким рівнем екологічної свідомості населення. Ґрунти та води забруднені важкими металами, що свідчить про кумулятивний ефект впливу транспорту, промисловості та побутових джерел.

Для покращення екологічної ситуації у місті Ямпіль необхідно вживати комплексних заходів: модернізувати транспортну систему; розвивати екологічні

види транспорту; впроваджувати системи моніторингу та очищення; стимулювати використання альтернативних видів палива; розширювати зони зелених насаджень; підвищувати рівень обізнаності населення щодо екологічних проблем.

Тільки за умови поєднання технічних, організаційних та освітніх заходів можливе ефективне зменшення негативного впливу автотранспорту на довкілля міста Ямпіль Вінницької області.

Список використаної літератури

1. Державна екологічна інспекція у Вінницькій області.
https://vin.dei.gov.ua/search_posts?ter
2. Викиди від транспорту і як з ними боротися. Екодія.
<https://ecoaction.org.ua/vykydy-vid-transportu.html>
3. Трошин М., Кістол А., Баранник В. Вплив автомобільного транспорту на довкілля. Міжнародний науковий журнал «Грааль науки». 2023. № 26. С. 261-264.
<https://archive.journal-grail.science/index.php/2710-3056/article/view/1142/1163>
4. Ямпіль.
<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%BC%D0%BF%D1%96%D0%BB%D1%8C>.

Олександр ВАЛЬЧУК¹¹,

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

ВПЛИВ ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ НА ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

***Анотація:** У статті розглядається вплив фізико-технологічних властивостей рослинної сировини на ефективність роботи сільськогосподарських машин. Оцінюється роль таких характеристик, як вологість, щільність, міцність, пружність, сипкість, форма та розміри часток, у забезпеченні якісного виконання технологічних операцій збирання, обмолоту, подрібнення, сушіння, транспортування та зберігання продукції. Показано, що недостатнє або надмірне врахування цих параметрів призводить до зростання енергозатрат, підвищення втрат врожаю та швидкого зношування робочих органів машин. Висвітлено практичне значення системного аналізу фізико-*

¹¹ Науковий керівник - к.т.н., доцент Холодюк О.В., кафедра агроінженерії і технічного сервісу, інженерно-технологічного факультету, Вінницького національного аграрного університету

технологічних характеристик сировини для оптимізації режимів роботи техніки та підвищення ефективності агровиробництва.

Ключові слова: фізико-технологічні властивості, рослинна сировина, сільськогосподарські машини, вологість, міцність, пружність, ефективність роботи, енергозатрати, втрати продукції.

Annotation: The article discusses the influence of the physical and technological properties of plant raw materials on the efficiency of agricultural machinery. It assesses the role of characteristics such as moisture content, density, strength, elasticity, friability, shape, and particle size in ensuring the high-quality performance of technological operations such as harvesting, threshing, grinding, drying, transportation, and storage of products. It is shown that insufficient or excessive consideration of these parameters leads to increased energy consumption, increased crop losses, and rapid wear of machine working parts. The practical significance of systematic analysis of the physical and technological characteristics of raw materials for optimizing the operating modes of machinery and increasing the efficiency of agricultural production is highlighted.

Keywords: physical and technological properties, plant raw materials, agricultural machinery, moisture content, strength, elasticity, efficiency, energy consumption, product losses.

Вступ. Сучасне сільське господарство характеризується високим рівнем механізації та автоматизації технологічних процесів. Ефективність використання сільськогосподарської техніки безпосередньо залежить від умов її експлуатації та властивостей рослинної сировини, з якою вона працює. Фізико-технологічні властивості культур (вологість, щільність, міцність, пружність, сипкість, форма та розміри часток) визначають якість виконання технологічних операцій – збирання, обмолоту, подрібнення, сушіння, транспортування і зберігання. Неврахування цих характеристик призводить до підвищених втрат врожаю, зростання енергозатрат, швидкого зношування робочих органів машин і зниження ефективності виробництва. Наприклад, підвищена вологість зерна ускладнює процес обмолоту в комбайнах і збільшує витрати пального, тоді як занадто сухе зерно легко травмується, що погіршує його якість. Подібна залежність спостерігається й у кормозбиральній, картоплезбиральній, овочезбиральній техніці та сушарках. Тому системний аналіз впливу фізико-технологічних властивостей рослинної сировини на показники роботи сільськогосподарських машин є актуальним і має важливе практичне значення. [1, 2].

Постановка завдання. Метою даної роботи є дослідження впливу фізико-технологічних властивостей рослинної сировини на ефективність роботи сільськогосподарських машин, а також визначення ключових параметрів, що впливають на продуктивність, енергозатрати та якість оброблюваної продукції. Завданням є проведення аналізу сучасних технологій обробки різних видів сировини з урахуванням її вологості, міцності, пружності, сипкості та

геометричних характеристик, визначення методів оптимізації режимів роботи машин і оцінка практичних заходів щодо зменшення втрат продукції та підвищення ефективності агровиробництва. Додатково передбачено розгляд перспектив використання автоматизованих і сенсорних систем для адаптивного регулювання роботи сільськогосподарських агрегатів у реальному часі.

Виклад основного матеріалу. Сільськогосподарські машини виконують свою функцію в умовах постійної взаємодії з живими біологічними матеріалами, фізико-технологічні властивості яких істотно змінюються залежно від агротехнічних факторів, таких як умови вирощування, фази розвитку рослин, строки і методи збирання врожаю. Ці зміни безпосередньо впливають на ефективність роботи машин, їх енергетичні витрати та якість отриманої продукції. Тому вивчення впливу фізико-технологічних характеристик сировини є критично важливим для проектування, регулювання та експлуатації сучасної сільськогосподарської техніки [1].

Для зернозбиральних комбайнів (Рис. 1.) ключовим показником є вологість зерна, що визначає ступінь розділення зернівок від колосу, якість обмолоту та енергетичні витрати на обробку. Підвищена вологість зерна призводить до того, що зернівки залишаються щільно з'єднаними з колосом, що збільшує навантаження на молотильний барабан, ускладнює процес сепарації та підвищує ризик втрат урожаю. У той же час, надто низька вологість робить зерно ламким, що негативно впливає на його якість і може призводити до підвищеної крихкості під час транспортування та зберігання [2; 3]. Відомо, що оптимальні режими роботи комбайнів повинні враховувати конкретну вологість і фізичні властивості зерна, що дозволяє зменшити енергетичні витрати і мінімізувати пошкодження продукції.

У кормозбиральних машинах (рис. 2.) суттєве значення мають пружність і міцність стебел рослин. Свіжозрізана зелена маса кукурудзи, що містить понад 70 % води, характеризується високою еластичністю, що ускладнює процес подрібнення та подачі матеріалу в робочі органи машини. У разі недостатньої вологості стебла стають крихкими, що призводить до утворення великої кількості дрібних частинок, які погіршують якість силосу і знижують його кормову цінність. Аналіз літературних даних показує, що для ефективної роботи кормозбиральної техніки необхідно коригувати режими різання та подрібнення залежно від фізико-технологічних характеристик рослинної маси [2].

Для техніки, що працює з коренеплодами, такими як картопля чи цукрові буряки, вирішальним чинником є геометрична неоднорідність і механічна міцність бульб. Бульби різної форми і розміру по-різному реагують на механічні впливи під час викопування та транспортування. Деформовані або видовжені екземпляри легше пошкоджуються, що негативно впливає на їх лежкість, товарні якості та естетичний вигляд. Технічні системи викопування і транспортування повинні бути розраховані на максимальний розмір та твердість урожаю, щоб мінімізувати втрати при обробці [1].

Особливу увагу приділяють і характеристикам тертя рослинної маси з робочими поверхнями машин. Високий коефіцієнт тертя може спричиняти

застрягання матеріалу на елементах сепараторів, що знижує продуктивність і підвищує ймовірність пошкодження врожаю. Низький коефіцієнт тертя, навпаки, може ускладнювати процес очищення робочих органів від залишків сировини. Тому під час проектування робочих органів враховують матеріал, шорсткість та геометричні параметри поверхні, орієнтуючись на фізичні властивості конкретного виду сировини [3].



Рис. 1. Зернозбиральний комбайн



Рис. 2. Кормозбиральний комбайн

В цілому, фізико-технологічні властивості рослинної сировини безпосередньо формують технічні вимоги до сільськогосподарських машин, визначають режими їх експлуатації та впливають на економічні показники агровиробництва. Ігнорування цих характеристик може призводити до підвищених енергетичних витрат, зниження продуктивності і збільшення втрат урожаю. Систематичне дослідження впливу вологості, міцності, еластичності, геометричних параметрів та тертя сировини дозволяє створювати більш ефективні технологічні режими, підвищувати надійність і довговічність машин та оптимізувати технологічні процеси у виробництві [1, 2, 3]. При збиранні коренеплодів (картоплі, буряків) важливими є геометричні параметри та твердість бульб. Нерівномірні за формою та розміром бульби більш схильні до механічних пошкоджень під час викопування та транспортування, що знижує товарну якість і лежкість продукції [1].

Технічні системи викопування повинні враховувати розмірний ряд бульб, їх твердість та здатність витримувати механічне навантаження. Використання амортизуючих транспортерів та регульованих викопувальних органів дозволяє знизити пошкодження продукції і підвищити загальну ефективність машини.

Коефіцієнт тертя та форма сировини відіграють ключову роль у роботі транспортних і сортувальних машин. Високий коефіцієнт тертя призводить до застрягання матеріалу на поверхнях робочих органів, що знижує продуктивність та підвищує знос обладнання. Низький коефіцієнт тертя ускладнює контрольоване переміщення і сортування продукції [3].

Оптимізація цих параметрів досягається підбором матеріалів і покриттів для робочих органів, а також регулюванням швидкостей транспортування та нахилів поверхонь. Такі підходи дозволяють підвищити ефективність роботи машин, знизити втрати і покращити якість оброблюваної сировини.

Вологість є одним із визначальних показників для більшості машин, оскільки вона прямо впливає на механічну поведінку рослинної сировини. Сучасні методи визначення вологості включають як класичні лабораторні підходи, так і портативні польові прилади. Сушильний метод, який базується на випаровуванні води при контрольованій температурі, дозволяє отримати високоточні дані про масову частку води у зерні чи кормовій масі. Водночас портативні електронні вологоміри (рис. 3) забезпечують оперативне отримання результатів без складного обладнання, що особливо важливо під час польових робіт, коли необхідно швидко регулювати режими роботи зернозбиральних або кормозбиральних машин [4, 5]. Для ефективного використання цих даних розробляються алгоритми автоматичного регулювання швидкості обертання молотильного барабана, подачі кормової маси в роторні подрібнювачі та налаштування вентиляційних систем сепараторів.

Підвищена вологість зерна ускладнює процес обмолоту, збільшує навантаження на молотильні та сепарувальні системи, що призводить до зростання енергетичних витрат та підвищує ризик втрат продукції через недостатню ефективність відділення зернівок від колоса. Занадто сухе зерно, навпаки, стає ламким і легко ушкоджується під час транспортування та зберігання, що знижує його якісні та товарні характеристики. У кормозбиральній техніці стан сировини, зокрема пружність і міцність стебел та листя, визначає енергоємність процесу подрібнення і подачі матеріалу в робочі органи машини. Еластичні, надмірно зволожені стебла ускладнюють подрібнення, знижують продуктивність роторних і ножових систем і збільшують утворення дрібних часток, що погіршує кормову цінність силосу. Сухі та ламкі стебла спричиняють надмірне дроблення сировини, підвищуючи втрати і знижуючи однорідність подрібненої маси, що безпосередньо впливає на якість кормів [4].



Рис. 3. Портативний електронний вологомір

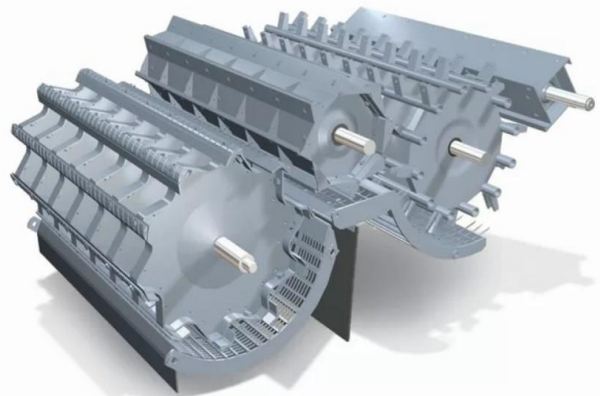


Рис. 4. Молотильна система

Щільність та об'ємна маса сировини також відіграють критичну роль. Вимірювання цих параметрів здійснюють шляхом визначення маси певного об'єму сировини, що дозволяє прогнозувати навантаження на робочі органи машин, ефективність транспортування і рівномірність подачі матеріалу. При високій щільності зерна або коренеплодів збільшується енергетичне

навантаження на молотильні й подрібнювальні системи (рис. 4), що потребує корекції швидкостей обертання роторів і регулювання відстані між робочими органами для зниження пошкодження продукції [5, 6].

Міцність і пружність рослинної маси визначаються складнішими приладовими методами, такими як випробування на стискання та розтягування, а також ударні тести. Дані параметри є критичними при подрібненні кормової маси або викопуванні коренеплодів. Наприклад, високі значення пружності стебел ускладнюють процес подрібнення, знижують продуктивність роторних машин і призводять до утворення дрібних фракцій, що негативно впливає на якість силосу. Натомість занадто крихка сировина під час обмолоту зерна або транспортування коренеплодів призводить до надмірних механічних втрат [4, 5]. Сучасні експериментальні роботи свідчать про необхідність інтеграції сенсорних систем, які визначають реальні параметри міцності і адаптують режими роботи машин у реальному часі.

Геометричні характеристики сировини, включаючи розміри, форму і неоднорідність, визначаються за допомогою фотоаналізу, тривимірного сканування та автоматизованих систем сортування. Ці методи дозволяють отримати точні цифрові моделі продукції, що значно підвищує ефективність викопувальних і сортувальних машин. Для коренеплодів, наприклад, визначення середніх розмірів та відхилень від стандартної форми дозволяє оптимізувати параметри викопувальних лап, регулювати швидкість транспортування і зменшувати механічне ушкодження продукції [4, 6].

Стандартизація показників фізико-технологічних властивостей сировини є необхідною умовою для уніфікації техніки та процесів. Національні (ДСТУ) та міжнародні стандарти (ISO) регламентують методи визначення вологості, щільності, крихкості та механічних характеристик сировини, що дозволяє створювати універсальні машини і забезпечувати стабільну якість продукції. Важливе значення має також розробка внутрішніх технічних регламентів підприємств, які враховують специфіку конкретної культури і регіональні особливості агровиробництва [6].

Сучасні тенденції розвитку сільськогосподарських машин передбачають активне впровадження сенсорних і автоматизованих систем, які дозволяють оцінювати фізико-технологічні властивості рослинної сировини у режимі реального часу та адаптувати режими роботи обладнання відповідно до змін параметрів матеріалу. Використання таких систем дозволяє не лише підвищити продуктивність і зменшити енергетичні витрати, а й мінімізувати механічні ушкодження продукції, що особливо важливо для зерна, коренеплодів і кормових культур. Сенсорні пристрої, інтегровані в робочі органи машин, можуть визначати вологість, щільність, пружність та інші критично важливі характеристики сировини безпосередньо під час обробки, забезпечуючи оперативну інформацію для автоматичного регулювання швидкостей подачі, обертання роторів, відстаней між робочими органами та параметрів подрібнення [7].

Застосування автоматизованих систем точного землеробства (рис. 5) дозволяє інтегрувати дані про стан рослинної маси із супутниковими знімками та картами врожайності, що забезпечує диференційоване внесення добрив, оптимізацію режимів збирання і підвищення ефективності роботи машин. Такі технології дозволяють виявляти локальні зміни в щільності та вологості сировини, коригувати режим роботи молотильних барабанів і роторних подрібнювачів, а також автоматично регулювати швидкість транспортування для збереження якості продукції. Використання штучного інтелекту в цих системах дозволяє прогнозувати поведінку сировини на основі історичних даних, погодних умов і фізико-технологічних характеристик, що підвищує точність управління процесами і зменшує втрати [7].

Розвиток роботизованих агрегатів та автономних транспортних систем відкриває нові можливості для збирання, подрібнення і транспортування сировини з урахуванням її фізичних властивостей. Роботизовані машини здатні адаптувати траєкторії руху, швидкість роботи і тиск на робочі органи відповідно до характеристик матеріалу, що значно знижує механічні втрати продукції та підвищує загальну продуктивність. Інтеграція сенсорів та роботизованих систем дозволяє реалізувати принцип “розумної машини”, яка самостійно оцінює стан сировини, приймає рішення про оптимальний режим роботи та забезпечує максимальну ефективність технологічного процесу [7]. Важливою складовою сучасних систем є інтеграція з електронними платформами обліку та контролю, які дозволяють аналізувати виробничі процеси в масштабі господарства. Завдяки цьому можна здійснювати моніторинг ефективності роботи машин, контролювати рівень енергоспоживання, втрати продукції та якість обробленої сировини. Підключення до таких платформ дає змогу використовувати великі обсяги даних для прогнозування потреб у ресурсах, оптимізації режимів обробки і планування операцій з мінімізацією втрат та підвищенням економічної ефективності виробництва [6, 7].



Рис. 5. Система точного землеробства

Застосування сенсорних і автоматизованих систем у комплексі з інтелектуальними алгоритмами дозволяє створювати умови для адаптивного управління машинами та агрегатами на основі реальних показників фізико-

технологічних властивостей сировини. Це забезпечує високий рівень точності операцій, зниження енергетичних витрат, підвищення продуктивності, зменшення механічних втрат продукції та поліпшення її якості, що робить такі технології ключовим елементом сучасного аграрного виробництва [7].

Висновки. Фізико-технологічні властивості рослинної сировини є критично важливим чинником, що визначає ефективність роботи сільськогосподарських машин. Вологість, щільність, міцність, пружність, форма та розміри часток прямо впливають на продуктивність машин, енергоспоживання, рівень механічних втрат та якість обробленої продукції. Недостатнє врахування цих характеристик призводить до зниження ефективності технологічних процесів, швидкого зношування робочих органів та підвищення втрат врожаю. Використання сучасних сенсорних і автоматизованих систем дозволяє оцінювати фізико-технологічні параметри сировини у реальному часі, адаптувати режими роботи машин і підвищувати продуктивність, точність і енергоефективність агротехнічних процесів. Системний підхід до вивчення і врахування властивостей сировини є необхідною умовою оптимізації роботи сільськогосподарської техніки та підвищення економічної ефективності виробництва.

Список використаної літератури

1. Білоус О.І. та ін. *Фізико-хімічні властивості сировини та готової продукції*. Конспект лекцій. Дніпро: ДНУЗТ, 2017. 112 с.
 2. Назарко І.С., Левицький А.М. *Фізико-хімічні і біологічні основи технології галузі*. Тернопіль: ТНТУ, 2016. 120 с.
 3. Іванченко О. М. Технічне забезпечення сучасного агровиробництва. *Агроінженерія*. 2021. № 2. С. 15–22.
 4. Петров С.В. *Методи визначення фізико-механічних властивостей сільськогосподарських культур*. Київ: Аграрна наука, 2018. 150 с.
 5. Сміт Дж., Браун Л. *Фізичні властивості сільськогосподарських матеріалів*. Лондон: Academic Press, 2017. 220 с.
 6. Ковальчук А.М., Іваненко О.П. *Стандартизація показників якості сільськогосподарської сировини*. Харків: ХНАУ, 2019. 130 с.
- Ковальчук В. П. Ефективність використання енергозберігаючих технологій у механізованих процесах. *Механізація сільського господарства*. 2020. № 6. С. 34–39.

Микола ІВАНОВ¹²
студент 3-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ У МЕЖАХ НДГ «АГРОНОМІЧНЕ»

***Анотація.** В статті проаналізовані пошкоджуваність електричних двигунів (ЕД) на підприємствах агропереробних підприємствах України. З метою автоматизації процесу визначення технічного стану (ТС) ЕД впроваджуються сучасні мікропроцесорні системи. Їх програмне забезпечення реалізує складні та інформативні алгоритми визначення поточного стану ЕД на основі аналізу поточних значень діагностичних параметрів.*

***Ключові слова.** електричний двигун, технічний стан, діагностування, пошкодження, статор*

***Annotation.** The article analyzes the damageability of electric motors (EM) at agro-processing enterprises of Ukraine. In order to automate the process of determining the technical condition (TC) of EM, modern microprocessor systems are being introduced. Their software implements complex and informative algorithms for determining the current state of EM based on the analysis of current values of diagnostic parameters.*

***Keywords:** electric motor, technical condition, diagnostics, damage, stator*

Вступ. Україна - промислово-аграрна країна з переважанням продукування сировини. Вона є одним із провідних експортерів деяких видів сільськогосподарської продукції та продовольства, «житницею Європи». Агропромисловий комплекс (АПК) є вагомим складовою частиною економіки України. Серед інших задач цей комплекс займається виробництвом та переробкою сільськогосподарської продукції рис. 1 [1].

Україна є не лише виробником та повчальником сільськогосподарської сировини, а і сучасної високо технологічної продукції підприємств АПК. Рисою цих підприємств є постійне технічне переозброєння, яке полягає у заміні застарілого, малоефективного обладнання на більш якісне і надійне, що відповідає сучасним вимогам. Це дозволяє покращити надійність та якість виробництва, зменшити собівартість продукції.

Враховуючи велику кількість взаємно впливових діагностичних параметрів ЕД, з метою спрощення оцінювання поточного технічного стану пропонуємо використовувати інтегральний діагностичний параметр –

¹²Науковий керівник – Колісник М. А. PhD старший викладач кафедри електроенергетики, електромеханіки та електротехніки

коефіцієнт залишкового ресурсу.

Водночас, складно визначати технічний стан працюючого ЕД, адже деякі діагностичні параметри можна вимірювати у відключеного або розібраного ЕД (наприклад, вимірювання опору ізоляції обмотки статора мегаомметром або вимірювання діаметра валу ротора під підшипником з метою виявлення причини вібрації) [5–7]. Тому визначений в темпі процесу, за таких умов, технічний стан працюючого ЕД є прогнозованим – нечітким. Для його визначення варто використовувати методи та засоби нейро-нечіткого моделювання.

Тому проблема підвищення якості експлуатації електродвигунів на агропромисловому виробництві шляхом покращення якості їх діагностування актуальна і має велике народногосподарське значення.

Виклад основного матеріалу. Для кращого розуміння алгоритму діагностування введемо інтегральні діагностичні параметри (ДН), показані в табл. 1

На даному етапі розвитку сучасного комп'ютерного забезпечення використання для вирішення поставленої задачі, методів теорії нечітких множин є не складним завданням [15]. Це дає змогу врахувати значення різних діагностичних параметрів при діагностуванні ЕД і створити базу правил їх взаємодії, не знаючи математичного зв'язку між ними. За допомогою системи комп'ютерної математики – системи MATLAB – є можливість створити математичну модель коефіцієнта залишкового ресурсу ЕД, використовуючи яку відредагувати раніше створену вибірку навчальних даних, за якими далі можна отримати аналітичну залежність коефіцієнта залишкового ресурсу ЕД від діагностичних параметрів у вигляді поліному. Ця залежність може бути використана у програмному забезпеченні сучасних мікропроцесорних пристроїв діагностування ЕД. Формування початкових навчальних даних було проведено таким чином.

Таблиця 1. Спрощена таблиця пошкоджень ЕД.

Вузол	Діагностичний параметр – коефіцієнт залишкового ресурсу	Кількість виведених з експлуатації ЕД	
		одиниць	%
Обмотка статора	Коефіцієнт залишкового ресурсу обмотки статора, k_1	57	31
Сталь статора	Коефіцієнт залишкового ресурсу сталі статора, k_2	7	4
Підшипники	Коефіцієнт залишкового ресурсу підшипників, k_3	49	27
Ротор	Коефіцієнт залишкового ресурсу ротора, k_4	21	12
Охолодження	Коефіцієнт залишкового ресурсу системи охолодження, k_5	19	11
Брно	Коефіцієнт залишкового ресурсу брно, k_6	29	15
Разом		172	100

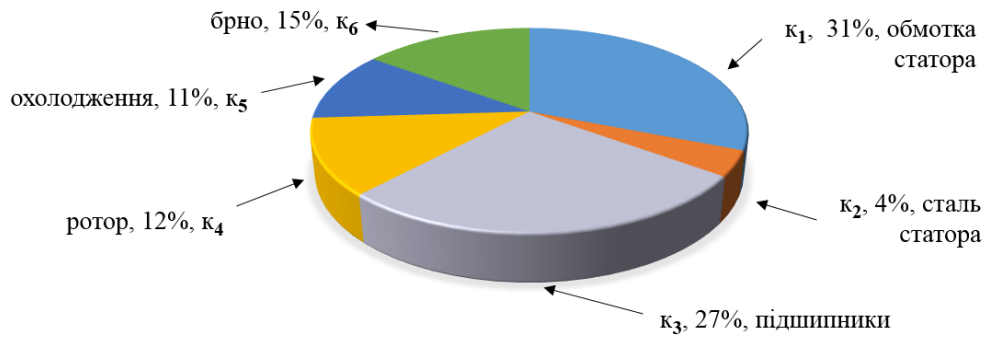


Рис. 1. Діаграма пошкоджень ЕД

З метою отримання узагальненого показника залишкового ресурсу ЕД, який вираховує значення всіх діагностичних параметрів та їх вплив, пропонується від відомих значень діагностичних параметрів перейти до відповідних цим значенням коефіцієнтів залишкових ресурсів по кожному діагностичному параметру. Ці коефіцієнти визначаються у відносних одиницях за виразом (1) і тому характеризують сумарне напрацювання ЕД від моменту контролю його технічного стану до переходу у граничний стан, коли діагностичний параметр досягає граничного значення, тобто характеризують залишковий технічний ресурс. Коефіцієнт залишкового ресурсу k_i за i -м діагностичним параметром:

$$k_{i1} = \left| \frac{x_{i1,гран} - x_{i1,ном}}{x_{i1,гран} - x_{i1,поч}} \right|, \quad (1)$$

Так, для асинхронного електричного двигуна (ЕД) на клас напруги 380 В параметр R активного опору ізоляції ЕД на час введення ЕД в експлуатацію дорівнював 18 МОм, а на час поточного контролю дорівнював 18 МОм, граничне значення цього параметра – 0,5 МОм. Тому коефіцієнт залишкового ресурсу k_1 за діагностичним параметром R визначається за виразом (2):

$$k_1 = \left| \frac{0,5 \text{ МОм} - 18 \text{ МОм}}{0,5 \text{ МОм} - 112 \text{ МОм}} \right| = 0.16 (\text{в.о.}). \quad (2)$$

Відповідно до виразу (2) коефіцієнт загального залишкового ресурсу ЕД визначається за виразом (5):

$$K_{заг.рес} = k_1^{p_{k1}} \cdot k_2^{p_{k2}} \cdot \left\{ 1 - \left[\begin{aligned} &(1-k_3) \cdot p_{k3} + \\ &+ (1-k_4) \cdot p_{k4} + (1-k_{p2}) \cdot p_{k5} \end{aligned} \right] \right\}^{p_{k3}+p_{k4}+p_{k5}+p_{k6}}, \quad (3)$$

Для створення математичної моделі коефіцієнта залишкового ресурсу ЕД було використано параметри, за кожним з яких можна робити висновок про стан ЕД. Але жоден з даних параметрів не в повній мірі характеризує технічний стан уводу, він лише вказує на певні зміни технічного стану ЕД.

Шість вхідних параметрів моделі – коефіцієнти залишкового ресурсу деталей та вузлів ЕД, які залежать від поточних значень десяти діагностичних параметрів. Кількість параметрів може бути більшою.

Фрагмент результатів розрахунків наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Фрагмент результатів розрахунків коефіцієнта залишкового ресурсу ЕД.

K_1	K_{K2}	K_{K3}	K_4	K_5	K_6	$K_{рес\ ЕД}$
<i>в.о.</i>						
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
...	...	...	...	...	...	...
0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
...	...	...	...	...	...	...
1.00	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.27
1.00	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.26
...	...	...	...	...	...	...
1.00	1.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.09
1.00	1.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.07
1.00	1.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04
...	...	...	...	...	...	...

Для шести (до спрощення – для десяти) вхідних параметрів моделі, які змінювались випадковим чином від 0 до 1, було визначено коефіцієнт загального залишкового ресурсу ЕД (за виразом 1). Для зручності застосування даних і спрощення поточних розрахунків у системі комп'ютерної математики MATLAB вхідні параметри моделі зводились до відносних одиниць їх відхилення від норми.

Під час розрахунків варто враховувати те, що аварійне зменшення опору ізоляції, аварійне зростання струму статора, понад нормоване зростання температури обмоток статора призводять до спрацювання струмового або температурного захистів та до відключення ЕД. Отже нульове значення коефіцієнта залишкового ресурсу по будь-якому з цих діагностичних параметрів зменшує до нуля значення загального залишкового ресурсу ЕД.

Повна таблиця містить 582 (рис.2) розглянутих варіантів сполучень діагностичних параметрів та відповідних їм значень загального залишкового ресурсу ЕД.

Водночас зменшення значень коефіцієнтів залишкових ресурсів ЕД по діагностичним параметрам: віброзсув корпусу ЕД, перекид фазних струмів статора, зростання температури корпусу ЕД, віброзсув ротора, віброзсув підшипників, віброзсув турбіни охолодження, температура брно хоча і зменшує значення загального залишкового ресурсу ЕД, однак не викликає швидкого відключення ЕД.

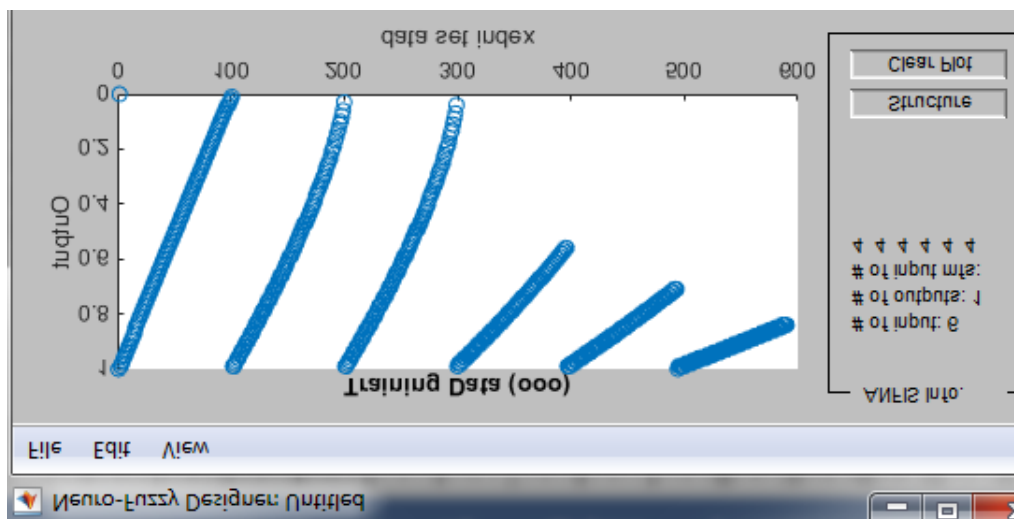


Рис. 2. Завантаження даних в ANFIS редакторі MATLAB

Далі у 83 рядках цієї таблиці було змінено значення коефіцієнту залишкового ресурсу ЕД (табл. 3) шляхом опитування незалежних експертів: кваліфікованих представників відділів головного енергетика підприємств АПК, та інших організацій.

Для цього використовувався пакет Fuzzy Logic Toolbox. За допомогою редактора ANFIS Editor (Edit – редактор, Adaptive Network of Fuzzy Inference of the System – адаптивна мережа системи нечіткого висновку) з використанням гібридного навчального алгоритму та використовуючи алгоритм нечіткого висновку Сугено було отримано нейро-нечітку модель коефіцієнта залишкового ресурсу ЕД (з використанням методу субкластеризації).

Таблиця 3 Фрагмент скорегованих значень коефіцієнта залишкового ресурсу ЕД

K_1	K_{K2}	K_{K3}	K_4	K_5	K_6	$K_{рес\ ЕД}$
в.о.						
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
...	...	...	...	...	...	...
0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.1
0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.1
0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.1
0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1
...	...	...	...	...	...	...
1.00	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.2
1.00	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.2
...	...	...	...	...	...	...
1.00	1.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.2
1.00	1.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.2
1.00	1.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.2
...	...	...	...	...	...	...

Структура отриманої нейро-мережі показана на рис. 3.

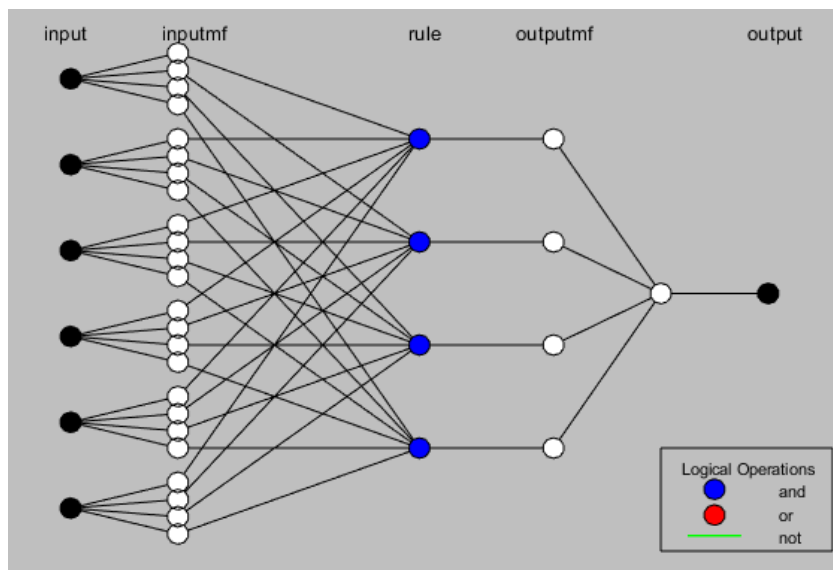


Рис. 3. Структура отриманої нейро-мережі

Використовується гібридний навчальний алгоритм, кожна епоха якого складається з прямого та зворотного оптимізаційних розрахунків.

Модель загального коефіцієнта залишкового ресурсу ЕД реалізована у вигляді ANFIS-мережі з використанням прикладних програм Fuzzy Logic Toolbox системи MathLab.

З метою зменшення часу на навчання нейро-нечіткої моделі в системі комп'ютерної математики MATLAB [7] використовуємо метод субкластеризації. Субкластеризація – це об'єднання об'єктів у групи на основі однаковості ознак для об'єктів однієї групи та неоднаковості ознак між групами. Більшість алгоритмів кластеризації не ґрунтуються на традиційних для статистичних методів припущеннях. Вони можуть використовуватись в умовах майже повної відсутності інформації про закони розподілу даних. Кластеризацію використовують для об'єктів з кількісними (числовими), якісними або змішаними ознаками.

Початковою інформацією для кластеризації є матриця спостережень, кожен рядок якої являє собою значення n ознак одного з M кластерів. Задача кластеризації полягає в розбитті об'єктів на декілька підмножин (кластерів), в яких об'єкти більш схожі між собою, ніж з об'єктами з інших кластерів. В матричному просторі «однаковість» зазвичай визначають через відстань. Відстань може розраховуватись як між початковими об'єктами (рядками матриці), так і від цих об'єктів до прототипу кластерів.

Отже для НДГ “Агрономічне” пропонуємо метод визначення технічного стану ЕД в умовах неповноти початкових даних, який шляхом використання нейро нечіткого моделювання дозволяє отримати поточне значення коефіцієнту залишкового ресурсу ЕД і в залежності від результату зробити висновок про один зі станів ЕД: справний, з незначними відхиленнями параметрів, передаварійний, аварійний та зменшити похибку прогнозування стану.

Висновок. Розроблений метод визначення технічного стану ЕД (електродвигунів) в умовах неповноти початкових даних НДГ "Агрономічне" ґрунтується на результатах нейро-нечіткого моделювання в пакеті прикладних програм Matlab.

Незважаючи на складність залежностей, математична модель коефіцієнта залишкового ресурсу ЕД НДГ "Агрономічне" може бути використана для програмування нечіткого контролера з метою створення пристрою оперативного визначення стану електричних двигунів шляхом аналізу значення його коефіцієнта залишкового ресурсу.

Зазначимо, що усі досліді і пропонувані методи були обговорені на матеріальній та технологічній базі сільського господарства в НДГ "Агрономічне".

Список використаної літератури

1. Калетнік Г. М. Перспективи підвищення енергетичної автономії підприємств АПК в рамках виконання енергетичної стратегії України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 4. С. 90-98.

2. Рубаненко О. Є., Видмиш А. А. Дослідження пошкоджень асинхронних двигунів 0,4 кВ. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. 2020. № 5. С. 188-195.

3. Гунько І. О. Аналіз програмних засобів для моделювання режимів роботи електричних систем. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2020. № 3. С. 138-141.

4. Buslavets O. A, Lezhniuk P. D., Rubanenko O. Y. Evaluation and increase of load capacity of on-load tap changing transformers for improvement of their regulating possibilities. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2015. No. №2/8(74). P. 35–41.

5. Ткаченко А. А., Коновалов В. А., Лагуненков С. В. Разработка устройства диагностирования обрывов и межвитковых замыканий в статорных обмотках асинхронных двигателей. *Вісник Донбаської державної машинобудівної академії*. 2012. № 4. С. 76-81.

6. Рубаненко О. Є., Мисенко С. В., Рубаненко О. О. Вплив вібрації контактів на подальшу роботу високовольтних вимикачів. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2013. № 1. С. 72-76.

7. Rubanenko Olexander., Kazmiruk Oleg, Bandura Valentyna, Matvijchuk Victor, Rubanenko Olena. Determination of optimal transformation ratios of power system transformers in conditions of incomplete information regarding the values of diagnostic parameters. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. № 4/3(88). P. 66-79.

ADJUSTABLE ELECTROMECHANICAL DRIVE OF VIBRATION SEPARATOR

Annotation. *A design for an adjustable electromechanical symmetrical unbalanced vibration drive and an automatic control circuit for its operation have been developed. The solution generates a flat vibration field, causing the vibrating machine's working elements to perform elliptical oscillations in a vertical plane perpendicular to the drive shaft axis. The control system allows for independent adjustment of the frequency and amplitude of the cyclic driving force in automatic mode while maintaining an energy-saving resonant mode. This improves the drive's reliability by preventing jamming of the moving unbalanced elements and minimizes energy consumption while maintaining optimal vibration parameters for the working element.*

Анотація. *Розроблено конструкцію регульованого електромеханічного симетричного дебалансного віброприводу та схему автоматичного управління його роботою. Рішення забезпечує формування плоского вібраційного поля, при якому робочі органи вібромашини здійснюють еліптичні коливання вертикальної площини, перпендикулярної осі приводного валу. Система керування дозволяє незалежно регулювати частоту і амплітуду циклічної сили, що змушує, в автоматичному режимі при збереженні енергозберігаючого резонансного режиму. Це підвищує надійність роботи приводу за рахунок виключення заклинювання рухомих дебалансів та мінімізує енерговитрати за оптимальних параметрів коливань робочого органу.*

Introduction. Vibration technologies are widely used in mechanical engineering, instrument making, agriculture, mining, food and chemical industries, ensuring automation and increasing the efficiency of processes. In modern production, in particular in agriculture, vibration technology is increasingly used due to the simplicity of design, reliability and low energy consumption of processes. It provides a significant technical and economic effect. The cost-effectiveness and reliability of vibration machines largely depend on the design of the vibration drive. The most common are electromechanical drives with unbalanced shafts, which are characterized by simplicity, reliability and the ability to self-balance. However, in such systems it is difficult to independently regulate the frequency and amplitude of the centrifugal force,

¹³Науковий керівник: к.т.н., доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки ВНАУ Ярошенко Л.В.

especially during machine operation. At the same time, most machines with unbalanced vibration exciters operate in a non-resonant mode, which causes significant energy losses. When passing through the resonant frequency, the amplitude of the oscillations increases sharply, creating a risk of damage to equipment and products. Therefore, controlled vibration machines are becoming increasingly popular, which allow processes to be carried out with adjustable oscillation parameters.

Presenting main material. Problem Statement. Vibration technologies and vibration equipment allow for the significant intensification and automation of a wide variety of process operations in various industries, particularly mechanical engineering and instrument making, as well as in agricultural production, mining, food processing, and chemical industries. The efficiency and reliability of vibration-driven technological machines are primarily determined by the design of the oscillation drive for their working parts [1, 2]. Electromechanical drives with unbalance shafts are typically used to set the working parts of vibration-driven technological machines into oscillatory motion. These drives have a simple and reliable design, are easily dynamically synchronized with the simultaneous use of several vibration exciters, are self-balancing, and therefore do not require additional dynamic balancing. However, in the designs of known electromechanical unbalanced vibration drives, it is difficult to independently regulate the frequency and amplitude of the centrifugal driving force they develop during rotation of the unbalance shafts. This is especially difficult to achieve during vibration machine operation.

Analysis of recent research. Thus, in a well-known vibration exciter [3], comprising a housing, in the bearings of which a drive unbalance shaft is mounted with a fixed and a movable unbalance weight, and a mechanism for adjusting the position of the latter. On the unbalance shaft, two diametrically opposed, counter-directed helical grooves are cut, having in a normal cross-section the shape of a semicircle and a length equal to half the pitch of the screw. To move the movable unbalance weight, a mechanism is used that contains two ball keys located simultaneously in the recesses of the movable unbalance weights and in the helical grooves of the unbalance shaft. The movement of the movable unbalance weight along the drive shaft is accomplished by means of a rod connected to the outer race of the bearing, the inner race of which is mounted on the movable unbalance weight. To change the magnitude of the excitation force of the vibration exciter at a constant rotational speed of the drive shaft, it is necessary to change the total static moment of the unbalance weights relative to the axis of the drive shaft. This is accomplished by moving the movable eccentric weight along the drive shaft using a rod. Keys in helical grooves, with an angle smoothly varying from zero to a preset value, rotate the movable eccentric weight and change the total static moment of the eccentric weights relative to the drive shaft axis.

However, this type of vibration exciter is difficult to use for driving vibration machines with extended horizontal working elements, as they must be installed in multiple locations and synchronized. The rigidity of these working elements must be increased, significantly complicating the overall design of the vibration machine, increasing cost, and reducing reliability. Disadvantages of this vibration exciter include the difficulty of ensuring the specified technologically optimal amplitude of the

working element's oscillations when its load changes during operation, and the fact that the amplitude of its cyclic driving force can only be changed manually. A more advanced controllable symmetrical unbalanced vibration drive [4] is a housing in which a drive shaft is mounted with bearings, on the side surface of which two pairs of diametrically located and oppositely directed helical grooves are cut, with lengths equal to half the pitch of the screw. Two fixed and four movable unbalances and mechanisms for moving the movable unbalances are mounted on the shaft, with the centers of mass of the fixed unbalances and the axis of the drive shaft lying in the same plane, and on either side of each fixed unbalance there is a pair of diametrically opposite opposite grooves and a pair of movable unbalances with mechanisms for adjusting their position. These mechanisms also include ball keys, which are simultaneously placed in the helical grooves and slots of the movable unbalances, with the mechanisms for moving the movable unbalances having a rigid kinematic connection in each pair, the same connection is established between the pairs of moving mechanisms. The mechanisms for moving the sliding eccentric weights are driven by a stepper motor via a screw feed mechanism.

A disadvantage of this controlled symmetrical eccentric vibration drive is that the use of semicircular grooves and ball keys in the mechanisms for adjusting the position of the sliding eccentric weights leads to frequent jamming of these keys in the semicircular grooves when significant forces are transmitted through them during vibration drive operation, significantly reducing its reliability.

Problem statement. In a controlled electromechanical symmetrical drive for vibration processing machines, by creating diametrically opposed, counter-directional through-helical grooves on the drive shaft and accommodating cylindrical pins connected to movable eccentric masses, the aim is to eliminate jamming during movement of the movable eccentric masses and improve the reliability of the vibration drive. An automatic control system for this vibration drive is also developed, enabling the vibration machine to maintain resonant operation and independently adjust the amplitude and frequency of its working element.

Presentation of the main material. The proposed controlled symmetrical electromechanical eccentric mass vibration drive for adaptive vibration processing machines consists of a prefabricated housing housing the following: a main drive shaft mechanism B; mechanisms for moving the first and third movable eccentric masses C; mechanisms for moving the second and fourth movable eccentric masses D; and a screw feed mechanism E driven by a servomotor.

In Fig. Figure 1 shows the design of a controlled symmetrical electromechanical unbalanced vibration drive in assembly; Figure 2 shows the design of the drive shaft with unbalanced weights; Figure 3 shows the design of the screw feed mechanism; Figure 4 shows the design of the unit for moving the second and fourth movable unbalanced weights; and Figure 5 shows the design of the unit for moving the first and third movable unbalanced weights.

The controlled symmetrical unbalanced vibration drive (the vibration exciter of the working element of the vibration machine) is connected to the drive electric motor (not shown in Figure 1) via an elastic drive coupling 31, mounted on the drive shaft 17

using a bolt with a washer and a key 32.

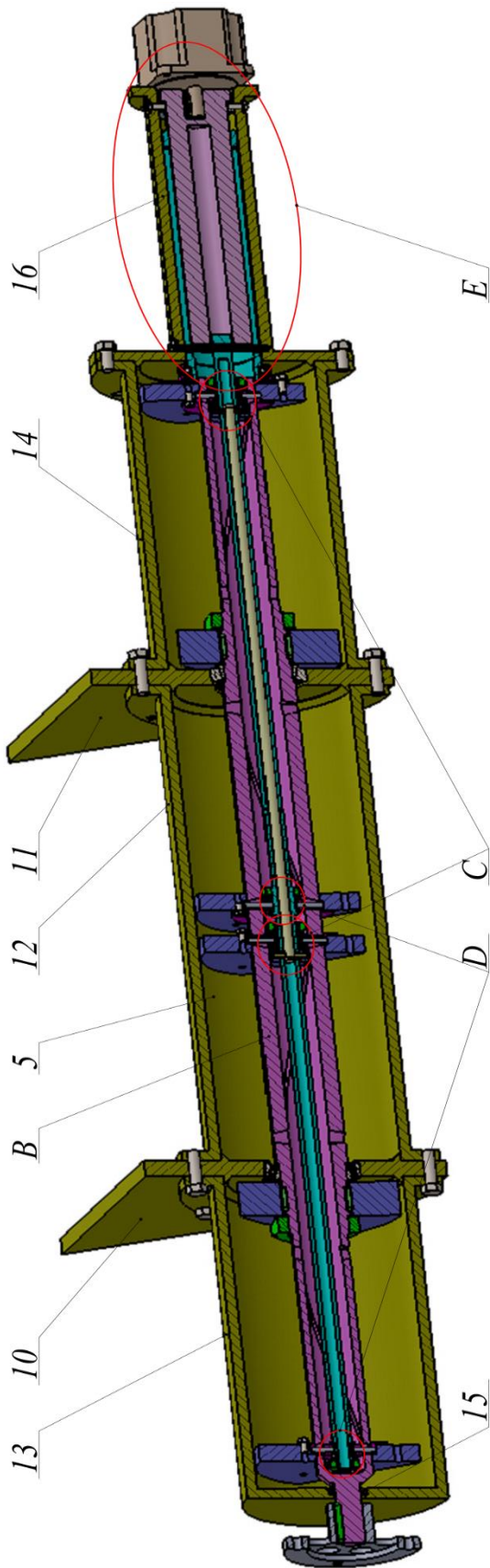


Fig. 1. Design of a controlled symmetrical unbalanced vibration drive in assembly

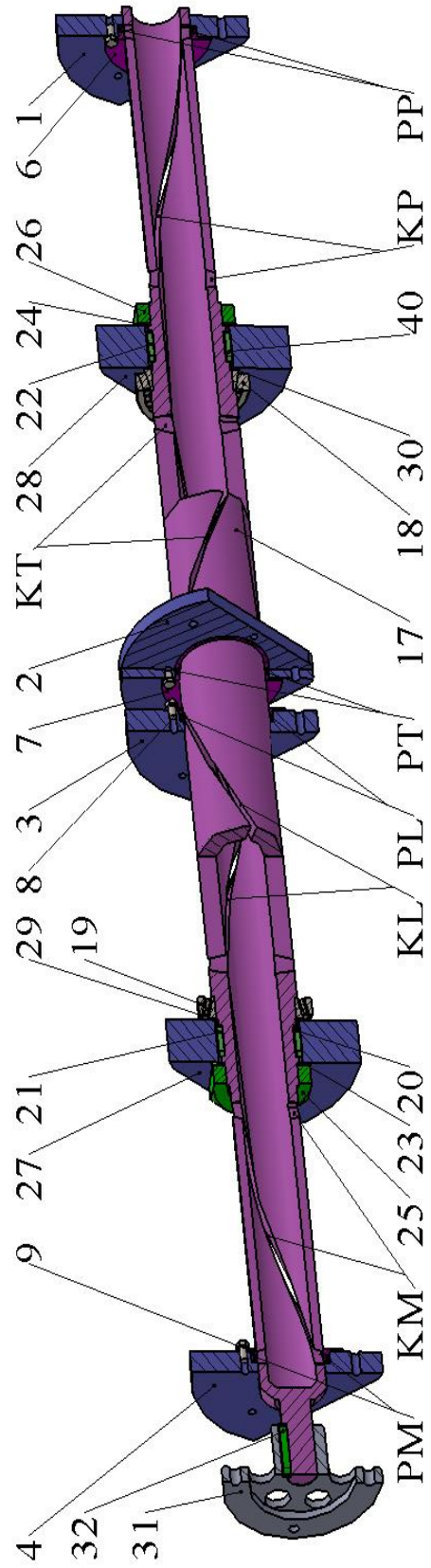


Fig. 2. Drive shaft with imbalances

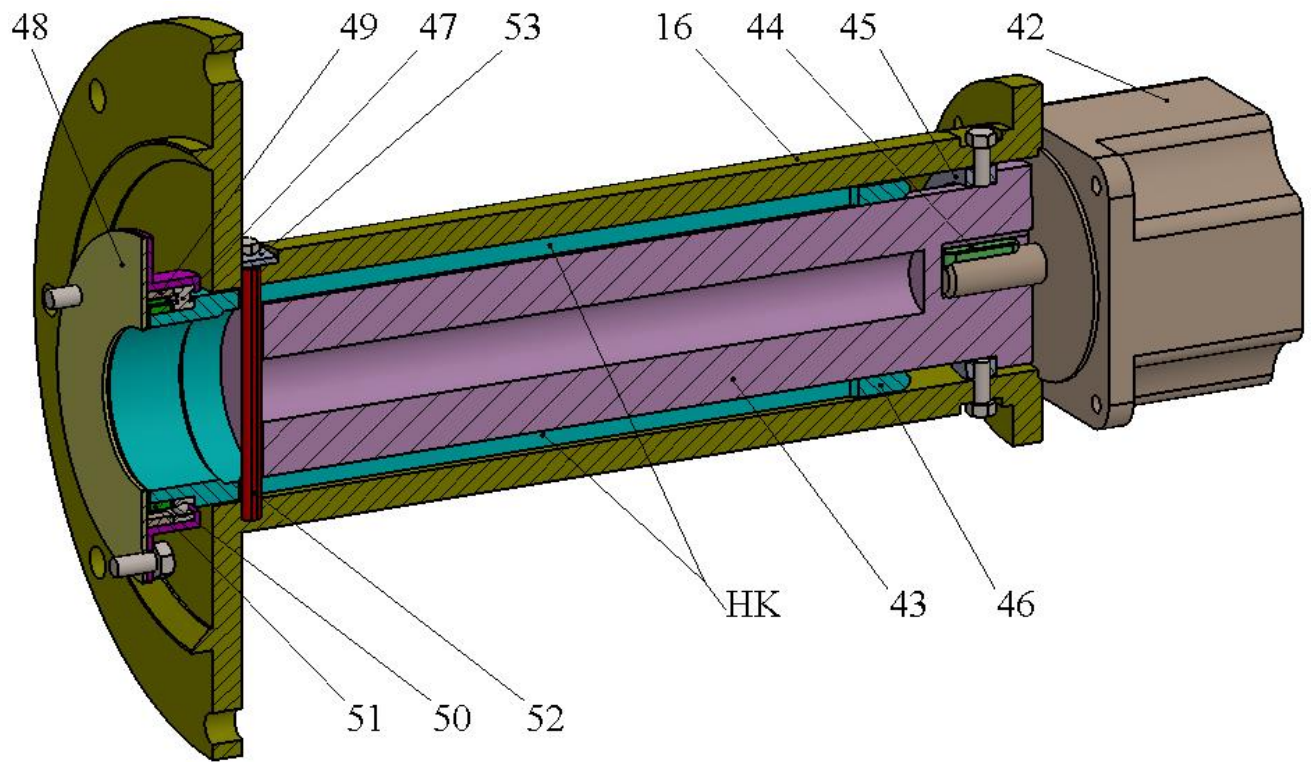


Fig. 3. Screw feed mechanism

After this, the vibration drive control system begins making adjustments and finally sets the target frequency $\omega_{\partial 3}$ of rotation of drive shaft 17 equal to the resonant frequency of the vibration process machine ω_p , which is optimal from an energy standpoint $\omega_p = \omega_o$. In this case, the value of the cyclic driving force of the controlled vibration drive will change according to the relationship:

$$F = F_A \cdot \sin(\omega_p \cdot t), \quad (1)$$

Where F_A - is the amplitude value of the cyclic driving force [3].

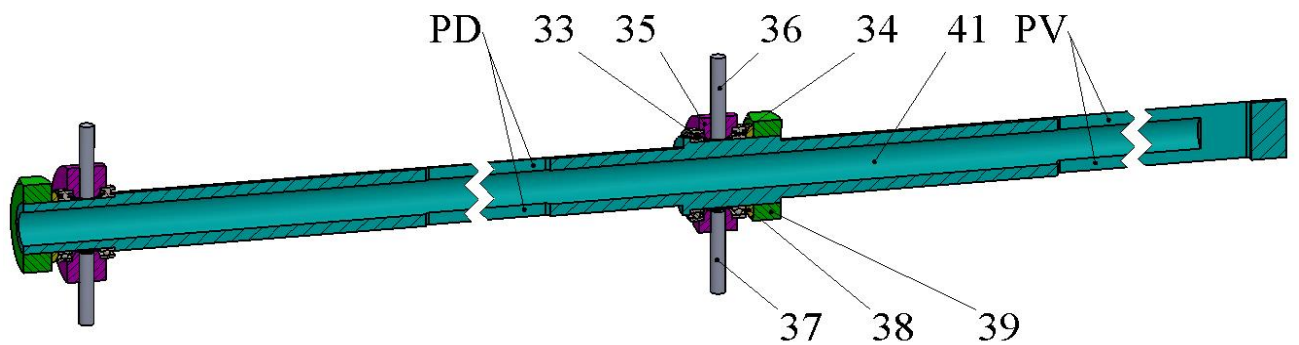


Fig. 4. Unit for moving the second and fourth movable eccentric weights

After establishing the resonant mode of oscillation of the vibratory machine's working element, the vibration drive control system begins to establish the specified technologically optimal amplitude of its oscillations. Setting the required amplitude value of the cyclic driving force F_A of the vibration drive (its correction by $\pm \Delta F$) is accomplished by the control system supplying a certain number of current pulses to

rotate the shaft of stepper motor 42 by a specified angle α . The magnitude of the rotation angle α of the shaft of stepper motor 42 and its direction depend on the number and polarity of the pulses, as well as the angular step of the servomotor itself. The rotation of the shaft of stepper motor 42 by a specified angle α is transmitted via key 44 to drive cup 43, which also rotates by an angle α . Structurally, the movement of the drive cup 43 in the direction of the axis of the drive shaft 17 is limited by the locking sleeve 45 and the end of the shaft of the stepper motor 42.

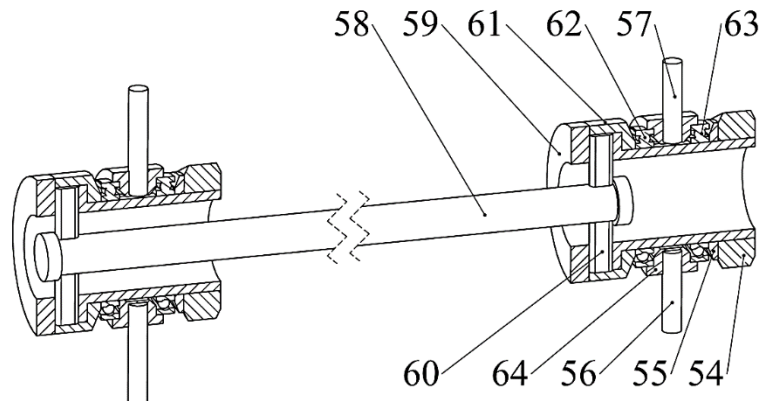


Fig. 5. Unit for moving the first and third movable eccentric weights

The controlled symmetrical unbalanced vibration drive operates as follows. Before starting the controlled vibration exciter, movable unbalances 1 and 2 are positioned relative to the axis of drive shaft 17, diametrically opposite fixed unbalance 28, so that the angle between the centers of mass of movable unbalances 1 and 2 and fixed unbalance 28 is equal to π . Moving unbalances 3 and 4 are positioned similarly relative to fixed unbalance 27. Thus, the total static moment of all unbalances relative to the axis of drive shaft 17 is zero. When the drive motor is turned on, rotational motion is transmitted to drive shaft 17 via elastic coupling 31, and all unbalances rotate at the drive motor speed ω_d , which is set to the optimal speed $\omega_d \approx \omega_o$ for the vibration process machine to initiate the specified process operation.

Due to the fact that the cylindrical pins 57 and 56 are simultaneously located in the through spiral groove KP of the hollow section of the drive shaft 17 and the cylindrical hole PP of the attachment 6 of the movable eccentric weight, then when moving along the axis shaft 17 of the movable unbalance 1, the latter rotates relative to the axis of the drive shaft 17. At the same time, the translational motion from the running cup 46, through the cylindrical pins 57 and 56, which are simultaneously located in the cylindrical hole PD of the drive shaft 17 and in the sleeve 64, the inner rod 58, the cylinder 59 and the bar 60, is transmitted to the third movable unbalance 3. The sleeve 64 is mounted on bearings 62 and 63 and can rotate freely relative to the cylinder 59. In this case, the bar 60 is in the groove PV of the outer hollow rod 41. Thus, as a result of such a kinematic connection, the movable unbalances 1 and 3 move synchronously along the axis of the drive shaft 17 and around it. Since the drive cup 43 also has a threaded connection with the hollow outer rod 41, then turning the drive cup 43 by an angle α will also lead to the movement of the outer rod 41 along the axis

of the drive shaft 17, but counter to the movement of the inner rod 58. This movement is transmitted through the bearings 33 and 34 to the sleeve 35 and cylindrical pins 36 and 37.

Since the drive cup 43 has a threaded connection with the running cup 46, and the rotation of the running cup 46 around its own axis is prevented by the locking key 52, which is simultaneously located in the keyway of the guide cylinder 16 and in the keyways HK of the running cup 46. Thus, turning the drive cup 43 by a given angle α will lead to the movement of the running cup 46 along the axis of the drive shaft 17. The movement of the running cup 46 through the cylindrical pins 57 and 56 and the internal rod 58 leads to the movement of the movable eccentric weights 1 and 3 along the axis of the drive shaft 17.

Since cylindrical pins 36 and 37 are simultaneously located in the cylindrical hole PT in Appendix 7 of the movable eccentric weight 2 and in the through spiral groove KT located along the axis of the drive shaft 17, the movable eccentric weight 2 can perform a reciprocating motion together with the outer rod 41 and simultaneously rotate together with the drive shaft 17 about its axis. Moving along the main axis of the drive shaft 17, the second movable eccentric weight begins to return relative to its central axis due to the fact that cylindrical pins 36 and 37 move along the through spiral groove KT of the drive shaft 17. Similarly, through the outer rod 41, cylindrical pins 36 and 37 located in the cylindrical hole PM in Appendix 9 of the movable eccentric weight 4, a synchronous movement of this eccentric weight also occurs.

Since the outer and inner surfaces of the drive cup 43 have threads with the same pitch but in opposite directions, then when the movable eccentric weights 1 and 3 move along the drive shaft 17, the movable eccentric weights 2 and 4 move in the opposite direction. Due to the fact that the cylindrical pins 36 and 37 and 57 and 56 move along the axis of the drive shaft 17, being in the through spiral grooves KM and KL, KT and KP, which are in pairs in opposite directions, the synchronous axial movement of the movable eccentric weights 1, 2, 3, 4 along the axis of the drive shaft 17 leads to their simultaneous synchronous rotation relative to the axis of the drive shaft 17 and relative to the fixed eccentric weights 27 and 28, respectively. Thus, when stepper motor shaft 42 rotates by angle α , four movable eccentric masses 1, 2, 3, and 4 rotate synchronously relative to fixed eccentric masses 27 and 28 by the required angle β . This changes the total static moment of all eccentric masses relative to the axis of drive shaft 17, thereby providing the required change in the amplitude of the cyclic driving force $\pm\Delta F$ of the controlled symmetrical electromechanical eccentric vibration drive.

Since the stepper motor has the ability to maintain a predetermined rotation angle, this results in the movable eccentric masses being fixed in a specific position after angle α is adjusted.

The main objective of the automatic control circuit of the vibration drive is to expand the functionality of vibration technological machines in order to save electricity consumed for their drive.

This automatic control circuit for the electromechanical drive of vibration technological machines improves the quality characteristics of the control, namely the speed of the system (its response to changes in the mass of the working element load)

due to the transition from a step-by-step search algorithm for determining the maximum amplitude-frequency characteristic (AFC) of the vibration machine to a tracking principle of operation and makes it possible to track over time the phase shift between the cyclic driving force of the vibration drive and the vibration displacements of the working element of the vibration machine and, with the help of automatic correction of the frequency of the cyclic disturbing force of the vibration drive, to ensure a lag in the phase of oscillations [6] of the working element of the vibration machine from the oscillations of the cyclic disturbing force by an angle equal to $\pi/2$, which is necessary to ensure a constant resonant mode of operation of the vibration machine with various variable masses of the working element load and to maintain optimal oscillation parameters of the working element of the vibration machine from the point of view of energy consumption.

Furthermore, this control scheme ensures minimal energy consumption for the vibration drive with constant resonant operation, and also ensures technologically optimal vibration field parameters with a variable natural resonant frequency of the vibration machine (in accordance with changes in the mass of the working element). Thus, this control scheme ensures minimal energy consumption for the vibration drive with technologically optimal vibration parameters of the working element.

Conclusions. The proposed design of an adjustable electromechanical symmetrical unbalanced vibration drive and an automatic control circuit for its operation create a flat vibration field in which the vibrations of the vibratory machine's working parts follow elliptical trajectories in a vertical plane perpendicular to the axis of the vibration exciter's drive shaft. This design allows for independent automatic control of the frequency and amplitude of its cyclic driving force while maintaining the vibration machine's energy-saving resonant operating mode. This design also improves the vibration drive's reliability by eliminating jamming of the movable unbalanced parts as they move along the drive shaft. The proposed automatic control circuit minimizes energy consumption for the vibration drive while maintaining process-optimal vibration parameters for the vibratory machine's working part.

References

1. Povidaylo V. O. *Vibratsiyni protsesy ta obladnannya*. - Lviv: Vydavnytstvo NU "Lvivska politehnika", 2004. – 248 s.
2. Kryukov B.I. *Dynamyka vibratsyonnykh mashyn rezonansnogo tipa*. - K.: Naukova dumka, 1997. - 230 s.
3. Yaroshenko L.V., Chubyk R. V. *Kerovani vibratsiyni tekhnolohichni mashyny*. Monohrafiya. Vinnytsya: VNAU, 2011. 355s. ISBN9789662462357;.
4. Yaroshenko L.V. *Vibratsiyni tekhnolohichni mashyny iz vertykal'nym pryvodnym valom*: Monohrafiya. Vinnytsya: TVORY, 2023. 280 s. ISBN 978-617-552-252-3
5. Yaroshenko L.V., Chubyk R. V., Zraylo N.M. *Kerovanyy debalansnyy vibrozbudzhuvach dlya avtomatyzovanykh vibratsiynykh mashyn*. Tekhnika enerhetyka transport APK. 2017. № 2 (97). S. 123-128.

Вадим МУРАВСЬКИЙ¹⁴,
студент 1-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ГАЛУЗІ ТВАРИННИЦТВА

***Анотація.** У статті проаналізовано сучасні напрями цифрової трансформації тваринництва в контексті Industry 4.0 та окреслено їхній вплив на продуктивність. Метою дослідження є виявлення потенційних шляхів підвищення ефективності галузі на основі аналітичного огляду стану й тенденцій розвитку цифрових технологій. Розкрито практичні ефекти.*

***Ключові слова:** цифровізація тваринництва, RFID, біосенсори, роботизоване доїння, автоматизоване згодовування, мікроклімат, IoT, Big Data, штучний інтелект, розумне фермерство.*

***Abstract.** The article analyzes the modern directions of digital transformation in animal husbandry within the context of Industry 4.0 and outlines their impact on productivity. The purpose of the study is to identify potential ways to increase the efficiency of the industry based on an analytical review of the current state and development trends of digital technologies. The practical effects are revealed.*

***Keywords:** digitalization of animal husbandry, RFID, biosensors, robotic milking, automated feeding, microclimate, IoT, Big Data, artificial intelligence, smart farming*

Вступ. Сучасний аграрний сектор перебуває на етапі активної цифрової трансформації, що є складовою глобальної четвертої промислової революції (Industry 4.0). Виклики XXI століття – зростання чисельності населення, підвищення попиту на продукти харчування, необхідність забезпечення сталого розвитку та екологічної безпеки – зумовлюють необхідність впровадження інноваційних підходів у тваринництві. Цифрові технології стають одним із ключових факторів підвищення ефективності виробництва, управління ресурсами та контролю якості продукції [1].

В останні роки активно впроваджуються системи моніторингу стану здоров'я тварин, автоматизовані комплекси годівлі та доїння, датчики мікроклімату, технології точного тваринництва, що дозволяють контролювати продуктивність кожної особини у реальному часі. Розвиток інтернету речей (IoT), великих даних (Big Data) [2], штучного інтелекту (AI) та роботизованих

¹⁴Науковий керівник – Купчук І.М., к.т.н., доцент кафедри інженерної механіки та технологічних процесів в АПК інженерно-технологічного факультету ВНАУ

систем відкриває нові можливості для підвищення якості управлінських рішень у тваринництві. Такі підходи сприяють не лише зростанню продуктивності, а й зменшенню собівартості продукції, підвищенню рівня біобезпеки та екологічної відповідальності аграрних підприємств.

Україна, як країна з потужним аграрним потенціалом, має значний простір для впровадження цифрових технологій у тваринництві. Однак процес цифровізації стикається з низкою труднощів: високою вартістю обладнання, недостатньою інфраструктурною підтримкою та браком підготовлених фахівців. У цьому контексті надзвичайно важливим є проведення системних досліджень, аналіз світового досвіду та розробка рекомендацій щодо інтеграції цифрових рішень у практику вітчизняних господарств [3].

Таким чином, дослідження розвитку цифрових технологій у тваринництві є актуальним і має як наукову, так і практичну значущість. Воно сприяє формуванню нової моделі аграрного виробництва, орієнтованої на інновації, сталий розвиток і конкурентоспроможність у глобальному масштабі.

Мета досліджень полягає у пошуку потенційних шляхів підвищення ефективності тваринницької галузі на основі аналітичного огляду сучасного стану та напрямів розвитку цифрових технологій. Основними завданнями дослідження є: 1) визначення ключових сфер впровадження цифровізації; 2) розгляд практичних прикладів застосування новітніх технологій; 3) оцінка їх економічного, екологічного та соціального ефекту.

Матеріали та методи. У дослідженні використано аналіз наукових та аналітичних джерел, включаючи звіти міжнародних організацій та публікації зарубіжних і вітчизняних науковців. Застосовано методи порівняльного аналізу, систематизації та узагальнення, що дозволило окреслити сучасні тенденції цифровізації у тваринництві.

Виклад основного матеріалу. Сучасне тваринництво активно впроваджує цифрові технології, які дозволяють підвищити ефективність виробництва, зменшити витрати ресурсів, покращити добробут тварин і забезпечити стабільну якість продукції. Основні напрями цифровізації охоплюють моніторинг здоров'я, автоматизацію процесів, контроль мікроклімату, використання штучного інтелекту та безпілотних технологій.

Моніторинг здоров'я та продуктивності тварин сьогодні є одним із ключових напрямів цифрової трансформації у тваринництві. Розвиток сучасних технологій відкриває можливість створення систем, які забезпечують безперервний збір і аналіз даних про фізіологічний стан та поведінку тварин у режимі реального часу. Це дозволяє фермерам значно підвищити ефективність управління стадом, зменшити ризики виникнення захворювань і водночас оптимізувати витрати на лікування та ветеринарний супровід [3, 5].

Одним із базових елементів цифрового моніторингу є RFID-мітки (Radio Frequency Identification), які широко застосовуються на молочних та м'ясних фермах у країнах ЄС, США та дедалі активніше впроваджуються в Україні. Ці пристрої забезпечують унікальну ідентифікацію кожної тварини, що значно спрощує ведення обліку, дозволяє автоматично контролювати переміщення,

відстежувати надої, проводити ветеринарні обробки та формувати індивідуальні історії хвороб. Використання RFID-систем інтегрується з фермерськими базами даних, що створює повну картину життєвого циклу тварини [6].

Окрім ідентифікації, важливу роль відіграють біосенсори та носимі пристрої, які закріплюються на тваринах у вигляді нашийників, браслетів чи вушних кліпс. Вони здатні фіксувати широкий спектр параметрів, серед яких температура тіла, частота серцевих скорочень, рівень активності, тривалість жуйки, час відпочинку та навіть показники стресу. Дані передаються у хмарні сервіси управління фермою, де спеціальні алгоритми аналізують їх, виявляючи відхилення від норми. Наприклад, різке зниження активності може сигналізувати про початок захворювання, а зміни у поведінці корови допомагають точно визначити період охоти.

Реалізація таких технологій дає змогу не лише вчасно діагностувати проблеми зі здоров'ям, а й прогнозувати продуктивність тварин. Це особливо актуально для молочного скотарства, де навіть короткочасне зниження надоїв унаслідок хвороби призводить до значних економічних втрат. Системи моніторингу дозволяють контролювати репродуктивний цикл, прогнозувати час отелення та своєчасно вживати заходів для запобігання ускладненням. Завдяки цьому фермер отримує інструмент для більш точного планування виробництва та підвищення ефективності використання ресурсів [5, 6].

Прикладом сучасного рішення є система CowManager (рис. 1), яка здатна аналізувати поведінку корів за допомогою сенсорів, що кріпляться у вухо тварини. Зібрані дані передаються у мобільний додаток або веб-інтерфейс, а фермер отримує повідомлення про можливі проблеми зі здоров'ям, відхилення в репродуктивному циклі чи зміни у раціоні. За даними виробників, застосування цієї системи дозволяє знизити витрати на ветеринарні послуги до 20 %, підвищити точність виявлення періоду охоти до 95 % та своєчасно виявляти захворювання у ранніх стадіях, що значно скорочує втрати продуктивності.

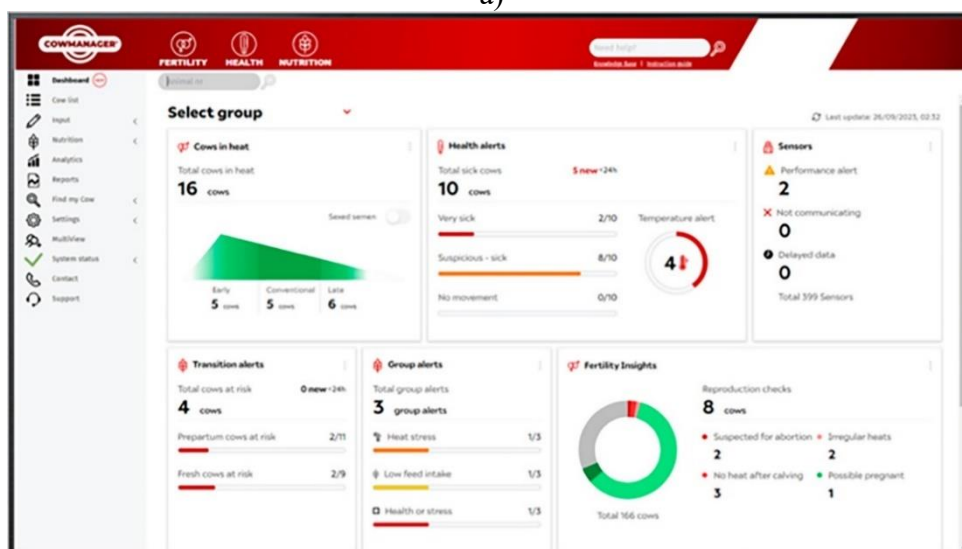
Таким чином, цифрові технології моніторингу здоров'я та продуктивності тварин формують нову парадигму управління фермою. Вони перетворюють традиційні методи догляду за худобою на високотехнологічний процес, де ключову роль відіграють точність, швидкість реагування та доступність даних у реальному часі. У перспективі такі системи стануть невід'ємною складовою «розумного фермерства», орієнтованого на максимальну ефективність, стале виробництво та добробут тварин [7].

Ще одним із найяскравіших прикладів цифровізації є роботизовані доїльні системи. Такі рішення, як Lely Astronaut, DeLaval VMS та GEA DairyRobot, здатні виконувати весь цикл доїння без безпосередньої участі людини. Система автоматично розпізнає тварину за RFID-міткою, ідентифікуючи її у стаді, далі відбувається очищення вимені, під'єднання доїльних стаканів, процес доїння та контроль його параметрів. При цьому здійснюється постійний аналіз якісних показників молока — вмісту жиру, білка, соматичних клітин та наявності можливих ознак маститу. Уся інформація зберігається в електронній базі, що дозволяє формувати історію продуктивності кожної корови, планувати

ветеринарні заходи та своєчасно реагувати на відхилення [4].



а)



б)

Рисунок 1. CowManager: а) встановлення RFID-мітки (Radio Frequency Identification); б) інтерфейс програми на ПК

Не менш важливою складовою автоматизації є системи роздачі та індивідуалізованого згодовування кормів. Автоматичні годівельні комплекси забезпечують точне дозування раціонів з урахуванням потреб кожної тварини, що визначаються її віком, масою тіла, фізіологічним станом та рівнем продуктивності. Наприклад, у молочному скотарстві висока точність у згодовуванні кормів дозволяє уникнути перевитрат концентратів і водночас гарантує, що високопродуктивні тварини отримають необхідний обсяг поживних речовин. Це сприяє не лише підвищенню надоїв, а й збереженню здоров'я стада, адже збалансоване харчування є основою профілактики метаболічних захворювань.

Використання таких технологій дозволяє суттєво знизити трудомісткість виробничих процесів, адже більшість рутинних операцій виконується автоматично. Працівники ферми зосереджуються не на фізичній роботі, а на контролі систем, аналізі даних та прийнятті управлінських рішень. Це відповідає сучасній концепції «розумного фермерства», де головним ресурсом стають

інформація та її ефективне використання. До того ж автоматизовані рішення суттєво знижують ризик людського фактора, підвищуючи стабільність і точність виконання технологічних операцій.

Показовим прикладом є система TMR Tracker (рис. 2), яка забезпечує контроль ефективності процесу годівлі. Вона фіксує кількість виданого корму, аналізує його використання та дозволяє оптимізувати раціони у реальному часі. За даними виробників, впровадження таких систем допомагає підвищити ефективність використання кормів на 10–15 %, що має значний економічний ефект для ферми. Крім того, завдяки оптимізації згодовування зменшується ризик виникнення травних розладів, кетозу чи ожиріння, що часто спостерігаються при нерівномірному чи надмірному споживанні кормів [7].

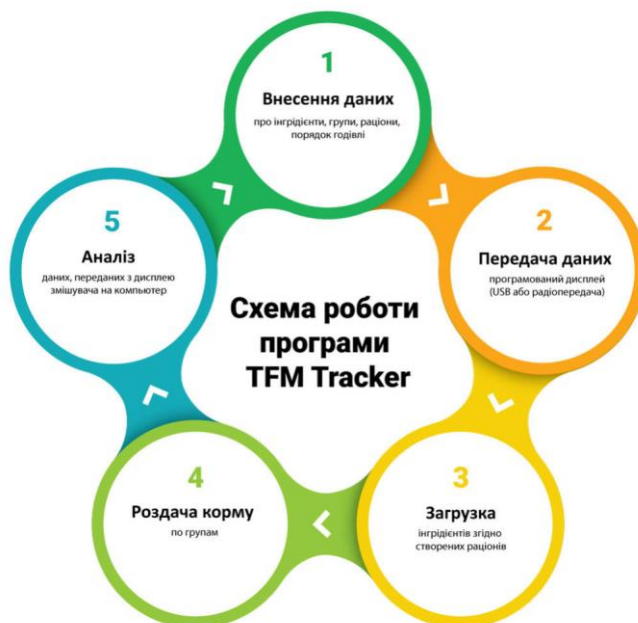


Рисунок 2. Система управління процесом годівлі TMR TRACKER

Таким чином, автоматизація виробничих процесів у тваринництві відкриває широкі можливості для підвищення ефективності галузі. Вона забезпечує стабільну якість продукції, скорочує витрати на обслуговування стада та водночас створює передумови для сталого розвитку фермерських господарств. У найближчому майбутньому саме поєднання роботизованих доїльних комплексів, автоматичних систем годівлі та інтелектуальних програмних платформ стане основою «цифрової ферми», де головним завданням людини буде управління інформаційними потоками, а не виконання фізично виснажливих операцій.

Стабільний мікроклімат у тваринницьких приміщеннях є одним із ключових чинників, що безпосередньо впливають на продуктивність та здоров'я поголів'я. Коливання температури, вологості чи концентрації шкідливих газів можуть спричинити стрес у тварин, знизити їх імунітет та негативно позначитися на надої, приростах маси та відтворювальній здатності. Тому сучасні ферми дедалі частіше впроваджують автоматизовані системи контролю та регулювання

мікроклімату, які забезпечують сталі умови утримання протягом усього року [2-5].

Основу таких рішень становлять сенсори, що безперервно відстежують параметри повітряного середовища. Датчики вологості та температури дозволяють своєчасно виявляти відхилення від оптимальних значень, адже як перегрів, так і переохолодження викликають дискомфорт та стрес у тварин. Сенсори аміаку та вуглекислого газу (CO_2) контролюють якість повітря, оскільки підвищена концентрація цих речовин не лише негативно впливає на самопочуття тварин, але й сприяє розвитку респіраторних захворювань, зниженню апетиту та зростанню смертності молодняку.

Зібрані дані в режимі реального часу надходять до автоматизованих систем керування вентиляцією, обігрівом чи охолодженням. Такі системи оперативно реагують на зміну параметрів: вмикають вентилятори для зниження концентрації газів, регулюють потоки свіжого повітря, активують системи охолодження у спеку або обігрівальні пристрої у холодну пору року. Це дозволяє підтримувати сталий температурно-вологісний режим, знижуючи ризик теплового чи холодового стресу, що особливо важливо для високопродуктивних молочних корів, свиней та птиці [3, 6].

Важливою тенденцією останніх років стало застосування інтелектуальних систем керування мікрокліматом, які інтегрують дані з усіх сенсорів та автоматизованих пристроїв у єдину платформу. На відміну від традиційних рішень, вони працюють на основі алгоритмів штучного інтелекту та прогнозової аналітики, що дозволяє враховувати не лише поточний стан середовища, але й передбачати можливі зміни залежно від зовнішніх погодних умов чи біологічного ритму тварин. Це забезпечує більш точне регулювання параметрів мікроклімату, сприяє оптимізації енергоспоживання та підвищенню економічної ефективності ферми.

Прикладом сучасного рішення є Smart Barn Systems, які поєднують усі сенсори у єдину цифрову інфраструктуру управління фермою. Така система дозволяє фермеру у будь-який момент переглядати стан повітря у приміщеннях через мобільний додаток чи комп'ютер, отримувати сповіщення про критичні зміни параметрів та віддалено регулювати роботу обладнання. Досвід впровадження подібних технологій у країнах Європи показав, що стабільний мікроклімат здатен підвищити надої молока на 8–12 %, покращити конверсію корму у свинарстві на 5–7 % та знизити смертність молодняку птиці до 15 % [1-4].

Отже, підтримання стабільного мікроклімату за допомогою цифрових технологій стає невід'ємною складовою сучасного тваринництва. Це не лише сприяє підвищенню добробуту тварин, а й забезпечує економічну вигоду для господарств завдяки зростанню продуктивності та скороченню витрат на лікування і профілактику хвороб. У перспективі інтегровані системи керування мікрокліматом у поєднанні з енергозберігаючими технологіями стануть основою «розумних ферм», орієнтованих на стале та ресурсоефективне виробництво [2, 4].

Висновки. Проведене дослідження підтвердило, що цифровізація тваринницької галузі є одним із ключових напрямів підвищення ефективності аграрного виробництва в умовах глобальних викликів XXI століття. Використання сучасних технологій моніторингу здоров'я тварин, автоматизації процесів годівлі та доїння, а також систем підтримання стабільного мікроклімату забезпечує якісно новий рівень управління виробництвом, орієнтований на точність, швидкість реагування та зменшення людського фактора.

Аналіз показав, що впровадження RFID-міток, біосенсорів і хмарних сервісів управління фермою сприяє зниженню ризиків захворювань, оптимізації витрат на ветеринарні послуги та підвищенню відтворювальної здатності стада. Роботизовані доїльні комплекси й автоматичні системи годівлі довели свою ефективність у зменшенні трудомісткості робіт, підвищенні якості молочної продукції та раціоналізації використання кормових ресурсів. Використання таких рішень дозволяє підвищити надої на 10–15 %, скоротити втрати корму та знизити ризик метаболічних захворювань.

Особливе значення має цифровий контроль мікроклімату, який інтегрує дані від сенсорів температури, вологості, аміаку та CO₂ у єдину систему управління. Це дозволяє підтримувати оптимальні умови для тварин, що безпосередньо впливає на їх продуктивність і добробут. Практичні результати впровадження таких систем у провідних європейських господарствах засвідчують підвищення надоїв молока на 8–12 %, покращення конверсії кормів у свинарстві на 5–7 % та зниження смертності молодняку птиці до 15 %.

Таким чином, цифрові технології у тваринництві формують основу «розумного фермерства», що поєднує інновації, екологічну відповідальність та економічну доцільність. Для України, з її потужним аграрним потенціалом, актуальним завданням є створення сприятливих умов для інтеграції цифрових рішень у практику вітчизняних господарств, зокрема шляхом розвитку інфраструктури, підготовки кадрів та стимулювання інвестицій. Це дозволить не лише підвищити продуктивність та якість продукції, а й забезпечити конкурентоспроможність на світовому ринку, зробивши вітчизняне тваринництво більш інноваційним і сталим.

Список використаних джерел

1. Fuentes S., Gonzalez Viejo C., Tongson E., Dunshea F.R. The livestock farming digital transformation: implementation of new and emerging technologies using artificial intelligence. *Animal Health Research Reviews*. 2022. Cambridge University Press & Assessment. <https://doi.org/10.1017/S1466252322000061>
2. Navarro E., Martínez S., Navarro G. A Systematic Review of IoT Solutions for Smart Farming. *Sensors*. 2020. Vol. 20 (11), 3619. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7436012/>.
3. Neculai-Valeanu A.S., Ariton A.M., Ochiuz L. Leveraging digital tools to improve cattle health and welfare. *Frontiers in Veterinary Science*. 2025. Apr 2;12:1549512. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1549512>
4. Markov N., Tanchev S., Kostadinov G. Digital management of technological

processes in cattle farms: a review. *Journal of Central European Agriculture*. 2022. Vol. 23(4). P.486-495. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/23.3.3543>

5. Peng W., Zhang C., Li X. Research and application progress of electronic ear tags (AEET). *Intelligent Resilient*. 2025, 5(2). P. 433-449. <http://dx.doi.org/10.20517/ir.2025.22>

6. Nawaz M., Babar M.I.K. IoT and AI for smart agriculture in resource-constrained environments: challenges, opportunities and solutions. *Discover Artificial Intelligence*. 2025. Vol. 5(19). <https://doi.org/10.1007/s43926-025-00119-3>

7. Система управління процесом годівлі. Agroinmash. Режим доступу: <https://agroinmash.com/tekhnika/sistema-upravlinnya-protsesom-godivli/> (дата звернення: 10.09.2025).

Дарина ПАВЛЮК¹⁵,
магістра 1 року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНИХ ЗНІМКІВ З БПЛА ДЛЯ ОЦІНКИ СТАНУ ПОСІВІВ

Анотація. У статті досліджується ефективність застосування мультиспектральних знімків із безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для оцінки стану посівів. Розглянуто можливості використання вегетаційних індексів (NDVI, GNDVI, SAVI) для своєчасного виявлення стресових факторів, пов'язаних із дефіцитом вологи, поживних речовин, хворобами та шкідниками. Показано переваги БПЛА у забезпеченні високої точності та оперативності моніторингу, що сприяє підвищенню урожайності, оптимізації ресурсів і розвитку технологій точного землеробства.

Ключові слова: мультиспектральні знімки, БПЛА, оцінка стану посівів, NDVI, точне землеробство, моніторинг.

Annotation. The article examines the effectiveness of using multispectral images from unmanned aerial vehicles (UAVs) to assess crop conditions. It considers the possibility of using vegetation indices (NDVI, GNDVI, SAVI) for the timely detection of stress factors associated with moisture and nutrient deficiencies, diseases, and pests. The advantages of UAVs in ensuring high accuracy and efficiency of monitoring are demonstrated, which contributes to increased yields, resource optimization, and the development of precision farming technologies.

Keywords: multispectral images, UAVs, crop condition assessment, NDVI,

¹⁵Науковий керівник – Ніщак І. В., асистент кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Вступ. Сучасний розвиток аграрного сектору України та світу неможливий без впровадження інноваційних технологій, спрямованих на підвищення продуктивності, ефективності використання ресурсів та зменшення негативного впливу на довкілля. Одним із ключових напрямів цифровізації сільського господарства є дистанційний моніторинг стану посівів із використанням безпілотних літальних апаратів (БПЛА) та мультиспектральних знімків.

В умовах глобальних змін клімату, нестабільності погодних умов та зростання цін на матеріально-технічні ресурси, агровиробники стикаються з необхідністю точного контролю за станом посівів на кожному етапі вегетації. Традиційні методи обстеження полів, які передбачають візуальний огляд або відбір зразків, часто є трудомісткими, затратними за часом та не завжди відображають повну картину стану агроценозу. У зв'язку з цим актуальним стає використання сучасних технологій дистанційного зондування, що дозволяють отримувати дані оперативно, з високою просторовою та часовою роздільною здатністю.

Особливу увагу в останні роки привертає застосування мультиспектральних камер, встановлених на БПЛА. Такі системи дозволяють здійснювати зйомку у різних спектральних діапазонах (зокрема червоному, ближньому інфрачервоному та зеленому), що дає можливість розраховувати вегетаційні індекси — NDVI, GNDVI, SAVI та інші. Ці індекси широко використовуються для визначення рівня фотосинтетичної активності рослин, виявлення стресових факторів, оцінки біомаси та прогнозування врожайності.

Завдяки БПЛА аграрії отримують можливість швидко й детально аналізувати великі площі посівів, своєчасно виявляти проблемні ділянки та приймати обґрунтовані управлінські рішення. У порівнянні із супутниковими знімками, мультиспектральна аерозйомка з БПЛА забезпечує значно вищу точність і дозволяє проводити моніторинг навіть у хмарну погоду чи за умов, коли потрібна оперативність у прийнятті рішень. [1]

Використання даних мультиспектральної зйомки відкриває широкі можливості для реалізації концепції точного землеробства. На основі отриманої інформації можна оптимізувати норми внесення добрив, регулювати режим зрошення, здійснювати адресний захист рослин від шкідників і хвороб. Це дозволяє не лише підвищити врожайність, але й значно скоротити витрати на ресурси та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

Актуальність дослідження полягає у необхідності оцінки практичної ефективності застосування мультиспектральних знімків із БПЛА в умовах сучасного агровиробництва. Незважаючи на широке поширення даних технологій у світі, в Україні їх застосування лише набирає обертів, а отже потребує ґрунтового аналізу та адаптації до місцевих агрокліматичних умов.

Виклад основного матеріалу. Повний процес обробки зображень включає проходження низки складних етапів, кожен із яких має свої види та методи виконання. Це дає змогу отримати повний набір корисної інформації про

стан полів та вирощуваних на них сільськогосподарських культур у вигляді мультиспектральних знімків. Узагальнена схема обробки таких зображень у агромоніторингу наведена на рис. 1.



Рис. 1. Схема обробки мультиспектральних зображень в агромоніторингу

Основні етапи обробки мультиспектральних зображень.

Обробка мультиспектральних зображень включає два ключові етапи: попередню обробку та тематичну обробку.

Попередня обробка полягає у корекції та покращенні якості знімків, отриманих за допомогою космічної або аерофотозйомки. Важливо враховувати, що деякі методи покращення (наприклад, фільтрація або зміна контрасту) можуть змінювати спектральні характеристики зображення. Через це після їх застосування неможливо використовувати методи тематичної обробки, що базуються на аналізі спектральної яскравості пікселів, такі як класифікація або арифметичні перетворення каналів. [2]

Тематична обробка передбачає розпізнавання та дешифрування об'єктів і явищ на знімках. При цьому застосовуються різні колірні системи — CMY, CMYK, HIS, RGB, псевдоколірні системи або перетворення яскравості у колір. Наприклад, у системі RGB кольорове зображення на моніторі формується шляхом комбінування трьох основних кольорів: червоного (R) з довжиною хвилі 0,7 мкм, зеленого (G) — 0,5461 мкм та синього (B) — 0,4358 мкм.

Попередня обробка мультиспектральних зображень

Попередня обробка мультиспектральних зображень виконується для підготовки знімків до подальшого аналізу з метою виявлення або розпізнавання об'єктів та явищ, а також визначення кількісних показників. До основних методів попередньої обробки належать: радіометричне калібрування, радіометрична корекція впливу атмосфери, відновлення пропущених пікселів, контрастування та фільтрація.

Радіометричне калібрування дозволяє перетворити «сирі» значення яскравості (DN – Digital Number), отримані з апаратів, у фізичні одиниці, що забезпечує порівнянність знімків із різних джерел. Формула калібрування в оптичному діапазоні виглядає так:

$$B_z = K_z * DN + C_z \quad (1)$$

де B_z – енергетична яскравість для спектральної зони Z ; K_z – калібрувальний коефіцієнт, а C_z – константа, що відповідає мінімальному значенню яскравості для цієї зони.

Атмосферні впливи, такі як поглинання та розсіювання хвиль озоном, водяною парою, CO₂, пилом, димом і хмарами, можуть спотворювати знімки. Для корекції застосовуються математичні моделі атмосфери з урахуванням розсіювання, сезону та метеоданих. Додатково використовують наземні вимірювання відбивної здатності об'єктів під час польоту апарату. Наприклад, хмари та туман добре помітні на водних поверхнях, де спектральна відбивна здатність близька до нуля, що дозволяє оцінювати вміст водяної пари та аерозолів. [4]

Одним із завдань попередньої обробки є усунення дефектів на знімках, таких як пропущені пікселі, низька контрастність або шум. Пропущені пікселі можуть виникати під час зйомки або передачі даних, іноді замінюючи рядки сусідніми значеннями. Відновлення здійснюється за допомогою інтерполяції з певною похибкою.

Проблема низької контрастності вирішується шляхом цифрової обробки зображень:

- Лінійне розтягування гістограми – всі значення яскравості перерозподіляються на весь можливий інтервал (0–255);
- Нормалізація гістограми – розтягується лише ділянка гістограми з найбільшою інтенсивністю;
- Вирівнювання гістограми – значення яскравості змінюються так, щоб для кожного рівня була однакова кількість пікселів.

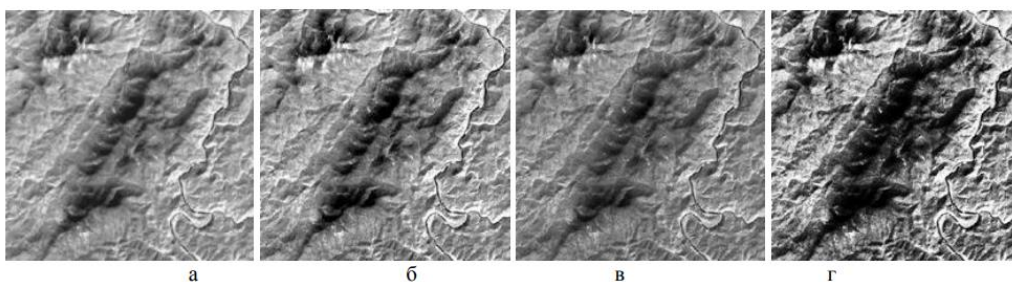


Рис. 2. Методи підвищення контрастності зображення: а – початкове зображення; б – зображення після лінійного розтягування гістограми; в – зображення після нормалізації гістограми; г – зображення після вирівнювання гістограми

Фільтрація зображень.

Будь-які реальні знімки містять слабо виражені об'єкти та випадкові перешкоди (шуми). Усунути такі дефекти дозволяє фільтрація зображення. Один із найпростіших методів — перетворення в ковзному вікні. Під час цього

перетворення кожному пікселю, який перебуває в центрі вікна (наприклад, 3×3 або 5×5 пікселів), присвоюється нове значення, що визначається за функцією яскравості сусідніх пікселів із застосуванням вагових коефіцієнтів. Вікно посувається по зображенню на один піксель до повного охоплення знімка. Вагові коефіцієнти можна коригувати залежно від цілей дешифрування.

Тематична обробка мультиспектральних зображень. [3]

На цьому етапі обробки аналізуються підготовлені мультиспектральні знімки для отримання комплексної інформації про стан полів та сільськогосподарських культур. Основні методи тематичної обробки включають: перетворення кольору, аналіз головних компонентів, спектральне розділення, класифікацію, індексацію зображень та визначення кількісних показників.

Перетворення кольору дозволяє виділяти об'єкти, які слабо відрізняються за яскравістю. Зображення можна представляти в натуральних або неприродних кольорах. У натуральних кольорах канали R, G, B відповідають відповідним каналам знімка. У неприродних кольорах значення каналів зміщуються, наприклад, підставляючи високі значення яскравості в канал R і низькі в канали G та B, що надає зображенню червонуватих відтінків. Натуральні кольори підходять для визначення об'єктів, а неприродні — для їх розділення чи виділення контуру.

Аналіз головних компонентів (PCA) застосовується для обробки мультиспектральних корельованих даних. З його допомогою можна:

- Створювати кольорові зображення з трьох головних компонент, навіть якщо знімок містить більше спектральних каналів. Перші дві-три компоненти зазвичай описують більшість змін спектральних характеристик, тоді як інші можуть містити шум. Відкидання другорядних компонент дозволяє зменшити обсяг даних без значної втрати інформації.

Таке перетворення застосовують для серії знімків, зроблених у різний час і приведених до єдиної системи координат, щоб простежити динаміку змін, яка яскраво проявляється в одній або двох головних компонентах.

Один піксель знімка може охоплювати від декількох до тисяч квадратних метрів і містити інформацію про групу об'єктів, а не про окремий елемент. Для розпізнавання об'єктів, менших за розмір пікселя, застосовують **метод спектрального розділення**. Його суть полягає в аналізі змішаних спектрів шляхом порівняння їх із відомими «чистими» спектрами (наприклад, зі спектральних бібліотек). Після оцінки співвідношення чистого спектра та домішок для кожного пікселя формується зображення, де колір пікселя відображає домінуючий компонент спектра.

Для автоматизованого розподілу пікселів на групи (класи), що відповідають різним об'єктам, використовується **класифікація**. Вона буває двох типів:

- **Класифікація з навчанням** — кожен піксель порівнюється з еталонами, після чого відноситься до найбільш відповідного класу. Використовується, коли відомо, які об'єкти присутні на знімку, кількість класів

невелика (до 30), і вони чітко розрізняються.

- **Класифікація без навчання** — пікселі групуються автоматично на основі статистичного розподілу яскравості. Застосовується, якщо об'єкти невідомі заздалегідь, їх багато (понад 30) і вони мають складні межі; часто використовується як попередній етап перед класифікацією з навчанням.

При дослідженні об'єктів, коли важливі не абсолютні значення, а співвідношення яскравості в різних спектральних каналах, застосовують **індексацію зображень**. Кожен піксель обчислюється за арифметичними операціями між каналами, що дозволяє чіткіше виділяти потрібні об'єкти порівняно з вихідним знімком. [5]

Серед усіх методів тематичної обробки для агромоніторингу найпоширенішою є **використання вегетаційних індексів**, таких як EVI2, GNDVI, NDVI, NDVI contrast. На рис. 3 показано порівняння зображення поля в натуральних кольорах з аналогічними зображеннями, обробленими за допомогою цих індексів.

Як видно на рис. 3, на зображенні в натуральних кольорах представлена ділянка поля з будівлею. Після обробки за допомогою вегетаційного індексу EVI2 будівля яскраво виділяється, а атмосферні впливи зменшено; індекс GNDVI показує однорідний розподіл вологи на ділянці; індекс NDVI виділяє темним кольором ділянку з густою рослинністю; а індекс NDVI contrast червоним кольором підкреслює хворі рослини.

Обробка мультиспектральних зображень у агромоніторингу дає змогу виявляти проблемні ділянки поля, що дозволяє своєчасно реагувати та запобігати втратам врожаю або порушенням нормального розвитку рослин.

Найважливішим методом тематичної обробки є визначення кількісних показників, що дозволяє отримати різноманітну інформацію: контури полів, стан культур, наявність бур'янів, хвороб та інших проблем, а також потребу внесення добрив.

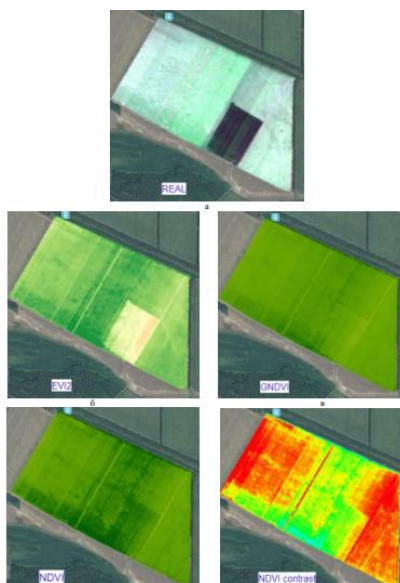


Рис. 3. Зображення поля в натуральних кольорах (а) та оброблене з використанням вегетаційних індексів EVI2 (б), GNDVI (в), NDVI (г) та NDVI contrast (д)

Існує розбіжність між юридичною та фактично оброблюваною площею земель, а масштаби агробізнесу й постійні зміни у земельному банку зумовлюють необхідність регулярного оновлення контурів полів. Оновлені контури та точні межі угідь дають змогу уникнути зайвих витрат на «віртуальні» гектари та слугують ключовою передумовою для впровадження технологій точного землеробства. Так, на рис. 4 наведено приклад аналізу зображення поля, що дає можливість визначити кількісні показники його продуктивності.

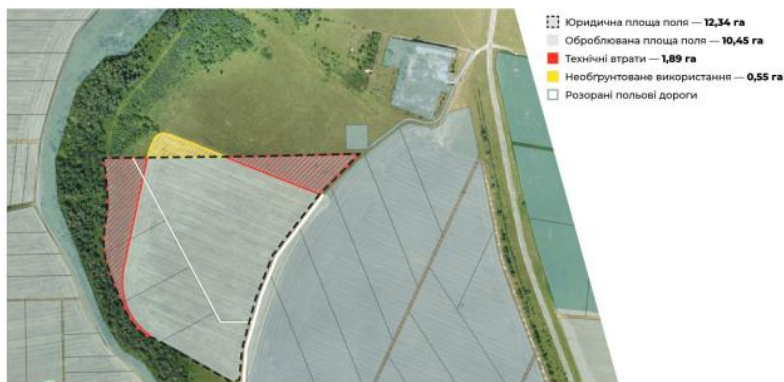


Рис. 4. Аналіз поля на продуктивність його площі

Заростання меж полів лісосмугою, поява чагарників біля опор ліній електропередач, а також наявність солончаків і заболочених ділянок є типовими причинами втрати продуктивних площ. У підсумку середній рівень розбіжності між юридичною та фактичною оброблюваною територією сягає 2–5%. Застосування мультиспектральних знімків у системах агромоніторингу дає змогу визначати фактори загальних втрат урожаю, зумовлених дією шкідників, хвороб і бур'янів, при цьому близько 30% таких втрат припадає саме на бур'яни. Приклад зображення поля з бур'яновою інвазією наведено на рис. 5. [6].

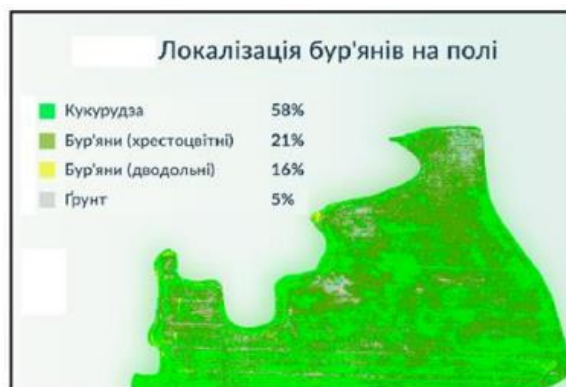


Рис. 5. Зображення поля враженого бур'янами

Для кількісного визначення рівня засміченості полів використовують мультиспектральні знімки, які аналізують за допомогою вегетаційних індексів. Такий підхід дає змогу ідентифікувати бур'яни, відокремлювати їх від культурних рослин, оцінювати їхню частку, а подекуди й визначати вид. Отримана інформація дозволяє агроному своєчасно вносити оптимальні дози

гербіцидів [5–6]. Одним із ефективних методів запобігання негативному впливу під час вегетації є контроль за застосуванням добрив та гербіцидів.

Висновки. Попередня обробка знімків є необхідною для підготовки мультиспектральних зображень до аналізу. Вона включає радіометричне калібрування, корекцію впливу атмосфери, усунення пропущених пікселів, підвищення контрастності та фільтрацію, що забезпечує точність подальшої тематичної обробки.

Тематична обробка дозволяє виділяти об'єкти та явища на полі за допомогою методів перетворення кольору, аналізу головних компонентів, спектрального розділення, класифікації та індексації. Найпоширенішим і ефективним способом для агромоніторингу є використання вегетаційних індексів (EVI2, GNDVI, NDVI, NDVI contrast).

Використання індексів дозволяє оцінювати стан рослинності, визначати проблемні ділянки поля, виділяти густу рослинність, хворі або ослаблені рослини, а також контролювати вологість ґрунту та наявність бур'янів.

Мультиспектральні знімки дають змогу проводити кількісну оцінку полів, визначати контури та фактичну площу, виявляти втрати продуктивної площі та оптимізувати внесення добрив і гербіцидів, що підвищує ефективність точного землеробства.

Загалом, застосування мультиспектральних зображень в агромоніторингу сприяє своєчасному виявленню факторів, що негативно впливають на врожайність, та підвищенню ефективності управління земельними ресурсами й агротехнічними заходами.

Список використаної літератури.

1. Сільське господарство в Україні: веб-сайт. URL: <https://dlf.ua/ua/silskegospodarstvo-v-ukrayini/#main> (дата звернення 10.02.2025)
2. Потатуркін О. І., Борзов С. М., Потатуркін А. О. та ін. Методи і технології обробки мультиспектральних даних дистанційного зондування Землі високого розширення. *Обчислювальні технології*. 2013. Т. 18. С. 60–67.
3. Аерофотозйомка за допомогою БЛА (БПЛА): веб-сайт. URL: <https://www.bkc.com.ua/news-type/aerofotozjomka-za-dopomogoj-bla-bpla> (дата звернення 10.02.2025)
4. Книш Б. П., Алексеев М. А. Оцінювання стану об'єктів безпілотними літальними апаратами. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2019. № 2. С. 58–65.
5. Дрони і супутники: моніторинг стану посівів впродовж сезону веб-сайт. URL: <https://smartfarming.ua/insayty/drony-i-suputnyky-monitorynh-stanu-posiviv-vprodovzh-sezonu> (дата звернення 10.02.2025)
6. Garzelli A. Pansharpening of Multispectral Images Based on Nonlocal Parameter Optimization. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. 2015. № 4 (53). P. 2096–2107.

Микола ТКАЧ¹⁶,
студент 4 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ВЗАЄМОДІЇ ДИСКОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНА НА ПРУЖНІЙ СТІЙЦІ З ҐРУНТОВИМ СЕРЕДОВИЩЕМ

Анотація. У статті представлено теоретичне обґрунтування процесу рівномірності обробітку ґрунту дисковими робочими органами, змонтованими на пружних стійках. Наведено розрахункову схему руху диска та визначено сили, що діють на нього під час роботи. Розроблено рівняння руху відносно осі z і встановлено закон його зміни, що враховує дію сил пружності, ваги та реакції напрямної. Отримано аналітичні залежності для визначення реакції диска на пружину та жорсткості елементів конструкції, які дозволяють оптимізувати параметри пружної системи. Результати можуть бути використані для підвищення рівномірності глибини обробітку ґрунту і стабільності роботи дискових агрегатів.

Ключові слова: дисковий робочий орган, пружна стійка, рівномірність обробітку ґрунту, жорсткість пружини, динаміка руху, реакція ґрунту, програмування процесу.

Annotation. The article presents a theoretical justification for the process of uniformity of soil cultivation by disk working bodies mounted on elastic racks. A calculation scheme of disk movement is given and the forces acting on it during operation are determined. The equation of motion relative to the z axis is developed and the law of its change is established, which takes into account the action of elastic forces, weight and guide reaction. Analytical dependencies are obtained to determine the reaction of the disk to the spring and the stiffness of structural elements, which allow optimizing the parameters of the elastic system. The results can be used to increase the uniformity of soil cultivation depth and the stability of disk units.

Keywords: disk working body, elastic rack, uniformity of soil cultivation, spring stiffness, motion dynamics, soil reaction, process programming.

Вступ. Сучасні технології обробітку ґрунту спрямовані на підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів, збереження родючості орного шару та забезпечення стабільних агротехнічних показників. Одним із ключових параметрів, що визначає якість виконання технологічного процесу, є рівномірність глибини обробітку ґрунту. Недотримання цього показника

¹⁶ Науковий керівник – Руткевич В.С., к.т.н., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва

призводить до погіршення умов проростання насіння, зниження врожайності та перевитрат палива [1].

Удосконалення конструкцій робочих органів, зокрема дискових, є актуальним напрямом розвитку ґрунтообробної техніки. Використання пружних стійок у поєднанні із системою захисних та зворотних пружин дає змогу компенсувати нерівності поверхні поля, зменшити ударні навантаження на конструкцію та забезпечити стабільну глибину ходу диска. Для цього необхідно встановити закономірності руху дискового робочого органа та визначити вплив силових факторів на його поведінку під час взаємодії з ґрунтовим середовищем.

Проблема нерівномірності обробки ґрунту залишається однією з головних у сучасному землеробстві. Традиційні механічні системи підвіски робочих органів не забезпечують достатньої адаптивності до змін рельєфу та щільності ґрунту. Використання дискових робочих органів на пружних стійках відкриває можливість програмного керування їх рухом і сили притискання, що сприяє підвищенню точності глибини обробки. Теоретичне визначення параметрів пружинної системи, а також розроблення рівняння руху диска дозволяють оптимізувати конструкцію агрегатів і підвищити ефективність їх роботи. Тому дослідження динаміки дискових робочих органів на пружних стійках має важливе наукове й практичне значення для вдосконалення сучасних ґрунтообробних машин.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо рух диска разом з стійкою. На рис. 1 показано його проміжне положення [2]. Положення диска залежить від сил, що діють на нього в конкретний момент часу. Прийнемо за розрахунковий центр системи координат точку (O). Якщо диск займає найнижче робоче положення то захисна пружина має довжину L_0 , і вона не деформована. В проміжному положенні диска, яке показана на рис 1, довжина пружини стала L_1 , і вона стиснута на величину γ .

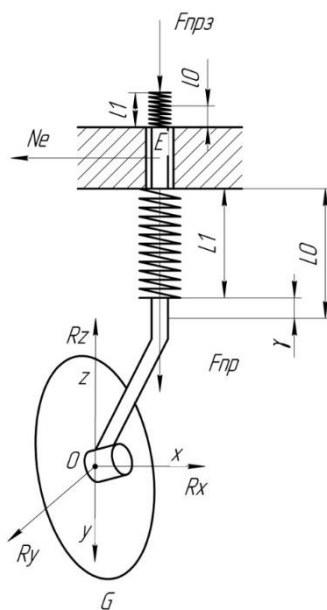


Рис. 1 Розрахункова схема захисного дискового механізму

Під час роботи на сферичний диск діють сили опору ґрунту, які виникають на його поверхні, лезі та фасках, а також сила тертя. Вони не мають одної рівнодійної сили. Їх можна звести до однієї рівнодійної сили, або двох мимобіжних сил R' і R'' . Для зручності в розрахунках користуються силами R_x , R_y , R_z , які діють у напрямку відповідних осей координат. Силу R_x можна визначити лінійним динамометруванням, чи за допомогою довідкових даних. Сили R_y і R_z обчислюють із співвідношення цих сил із силою R_x .

В нашому випадку в розрахунках ми будемо визначати лише реакцію R_z , так як в конструкції з'явилися нові додаткові елементи, що відповідно створюють додатковий тиск на диск.

В нашому випадку на диск діють наступні сили: сила тяжіння G диска стійки та інших елементів конструкції, сила тиску захисної пружини $F_{пр}$, сила тиску зворотної пружини $F_{прз}$, реакція N_e напрямної E . Врахувавши всі сили, що діють на диск можна знайти реакцію R_z диска по осі z [3,4].

Для цього необхідно скласти рівняння руху диска відносно осі z . Диск відносно осі z виконує зворотно поступальний рух. Знайдемо закон цього руху.

$$\gamma = R - \lambda \quad (1)$$

де λ - деформація пружини, значення якої в проміжному положенні можна знайти за наступним виразом [5]

$$\lambda = \frac{8FD^3 \cdot n}{mg \cdot d^4} \quad (2)$$

де F - сила тиску на пружину, Н; D - діаметр пружини, мм; n - кількість витків, шт; m - маса, що діє на пружину, кг; g - прискорення вільного падіння м/с., $mg = G$; d - діаметр проволки пружини, мм.

Знайдемо кількість витків пружини

$$n = \frac{G \cdot d^4 \cdot \lambda_f}{8\Delta F D^3} \quad (3)$$

де λ_f - ступінь стиснення (видовження) пружини при дії максимального зусилля на неї, мм; $\Delta F = \frac{F_{max} + F_{min}}{2}$.

Діаметр проволки пружини можна визначити за наступною формулою

$$d = \sqrt{\frac{k8 \cdot F_{дм} \cdot c_H}{\pi \cdot [\tau]}} \quad (4)$$

де $F_{дм}$ - сила тиску на пружину в конкретний момент часу, Н [6];

Тоді підставивши рівняння (3) та (4) в рівняння (2) отримаємо:

$$\lambda = \frac{8FD^3 \cdot mg \cdot \sqrt{\frac{k8 \cdot F_{дм} \cdot c_H}{\pi \cdot [\tau]}} \cdot \lambda_f}{mg \cdot \sqrt{\frac{k8 \cdot F_{дм} \cdot c_H}{\pi \cdot [\tau]}}} \quad (5)$$

Спростивши вираз отримаємо

$$\lambda = 8FD^3 \cdot \lambda_f \quad (6)$$

Підставивши рівняння (6) в рівняння (1) отримаємо

$$\gamma = R + 8FD^3 \cdot \lambda_f \quad (7)$$

Рівняння (7) і є законом руху диска відносно осі z .

Для визначення реакції R_z диска на пружину складемо диференціальне рівняння руху диска

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}_{\text{пр}} + R_z + N_e + \vec{F}_{\text{прз}} \quad (8)$$

Спроекуємо вираз на вісь z .

$$m\vec{a} = -m\vec{g} - \vec{F}_{\text{пр}} + R_z - \vec{F}_{\text{прз}} \quad (9)$$

Звідки знайдемо R_z

$$R_z = m\vec{g} + \vec{F}_{\text{пр}} + \vec{F}_{\text{прз}} + m\vec{a} \quad (10)$$

Прискорення знайдемо, якщо вираз (7) продиференціюємо за часом.

$$a = \ddot{y} = 24D^2 \quad (11)$$

Сила пружності пружини $F_{\text{пр}} = c\lambda$, де c - коефіцієнт жорсткості пружини.

$$c = \frac{G \cdot d^4}{8D^3 n} \quad (12)$$

Зробивши необхідні підстановки отримаємо:

$$c = \frac{mg \cdot \left(\sqrt{\frac{k8 \cdot F_{\text{ДМ}} \cdot c_{\text{Н}}}{\pi \cdot [\tau]}} \right)^4 \cdot \lambda_f}{8D^3 \left(\frac{mg \cdot \left(\sqrt{\frac{k8 \cdot F_{\text{ДМ}} \cdot c_{\text{Н}}}{\pi \cdot [\tau]}} \right)^4}{8\Delta F D^3} \right)} \quad (13)$$

Спростивши вираз (13) отримаємо

$$c = \frac{\Delta F}{\lambda_f} \quad (14)$$

Тоді

$$F_{\text{пр}} = \frac{\Delta F}{\lambda_f} \cdot 8FD^3 \cdot \lambda_f \quad (15)$$

Сила пружності пружини $F_{\text{прз}} = c_3\lambda_3$, і її також можна знайти за формулою (15).

Тоді

$$F_{\text{прз}} = \frac{\Delta F_3}{\lambda_{f3}} \cdot 8F_3 D_3^3 \cdot \lambda_{f3} \quad (16)$$

Підставимо вирази (11) (15) і (16) у вираз (10), маємо

$$R_z = m\vec{g} + \frac{\Delta F}{\lambda_f} \cdot 8FD^3 \cdot \lambda_f + \frac{\Delta F_3}{\lambda_{f3}} \cdot 8F_3 D_3^3 \cdot \lambda_{f3} + 24D^2 \quad (17)$$

В рівнянні (17) показники F та F_3 , змінюються з часом.

Отримані залежності дозволяють визначити оптимальні параметри складових елементів захисної системи.

Висновки. У результаті проведеного дослідження розроблено математичну модель руху дискового робочого органа на пружній стійці, що дозволяє аналітично описати закономірності зміни його положення відносно осі z під дією сил, які виникають у процесі взаємодії з ґрунтовим середовищем. Отримано рівняння руху, яке враховує дію сили тяжіння, пружних деформацій, реакції напрямної та зворотної пружини. Встановлено залежності для визначення реакції диска на пружину, жорсткості елементів пружної системи та сили тиску, що діє на робочий орган у різні моменти часу.

Запропонований підхід дозволяє визначати оптимальні параметри пружної системи з урахуванням динамічних навантажень і забезпечувати рівномірність обробітку ґрунту, що, своєю чергою, сприяє підвищенню ефективності роботи ґрунтообробних агрегатів і зниженню енергетичних витрат.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на створення комплексної динамічної моделі роботи секції дискових робочих органів з урахуванням взаємодії кількох пружних елементів і коливальних процесів. Перспективним є використання методів комп'ютерного моделювання для вивчення просторового руху робочих органів у реальних польових умовах. Важливим напрямом розвитку є також впровадження систем сенсорного моніторингу та адаптивного керування силою притискання дисків залежно від щільності та вологості ґрунту. Це дозволить створити «розумні» ґрунтообробні агрегати нового покоління, здатні автоматично підтримувати задану глибину та рівномірність обробітку в мінливих умовах роботи.

Список використаної літератури.

1. Твердохліб І.В., Борисюк Д.В., Захарчук С.А., Петрович Є.В. «Перспективи розвитку машин для обробітку ґрунту». *Всеукраїнський науково-технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК»*. 2015. Вип. №2 (90) С. 5–9

2. Середа Л.П., Зінев М.В., Руткевич В.С., Сорочан В.О., Олійник В.В. Патент на корисну модель. Захисний механізм ґрунтообробного дика. № 83463. Публікація відомостей 10.09.2013. Бюл. № 17.

3. Середа Л.П., Труханська О.О., Швець Л.В. Розробка і дослідження ґрунтообробної машини для технології strip-till з активними фрезерними робочими органами. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2019. N4(95). С.108 –118.

4. Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А., Руткевич В.С., Моторна О.О. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: Твори, 2020. 355 с.

5. Войтюк Д.Г., Барановський М.В., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.

Шаргородський С.А., Руткевич В.С., Ящук Є.В. Розробка математичної моделі гідравлічного привода розгортання секцій широкозахватної машини сільськогосподарського призначення. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021. № 4 (115). С.148–158.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КАМЕРИ РОЗРІДЖЕННЯ ПНЕВМАТИЧНОГО СЕПАРАТОРА НАСІННЯ

Анотація. У статті описано дослідження камери розрідження для пневматичного сепаратора насіння. Запропонована конструкція забезпечує рівномірний розподіл повітряного потоку, що підвищує ефективність очищення насіння. Теоретичні розрахунки та експерименти показали, що нова камера дозволяє збільшити продуктивність сепаратора і зменшити кількість домішок у кінцевому продукті порівняно з існуючими моделями.

Ключові слова: сепаратор; насіння; моделювання; повітряна камера; камера розрідження.

Annotation. The article describes the study of a vacuum chamber for a pneumatic seed separator. The proposed design provides a uniform distribution of air flow, which increases the efficiency of seed cleaning. Theoretical calculations and experiments have shown that the new chamber allows to increase the productivity of the separator and reduce the amount of impurities in the final product compared to existing models.

Keywords: separator; seeds; modeling; air chamber; vacuum chamber.

Вступ. На думку фахівців, продовольча незалежність будь-якої країни можлива лише тоді, коли імпорту продуктів харчування в загальному обсязі становить не більше 20%. Спостерігається тенденція до збільшення валових зборів баштанних культур. Відомо, що поліпшення якості посівного матеріалу шляхом відбору насіння з найбільшою масою дає змогу підвищити врожайність плодів.

Його основними перевагами є рівномірна дія на насіння під час сепарації та його орієнтування на робочій циліндричній поверхні. Сепарація відбувається за рахунок дії двох повітряних камер з різним розрідженням, розташованих на різних ділянках похилого барабана. Проходячи через робочу поверхню, насіння легкої та середньої фракцій, що присмоктувалося, розподіляється по приймальних лотках, а важка фракція проходить крізь барабан, не присмоктавшись. Одним із методів інтенсифікації цієї технології є вирівнювання вакуумметричного тиску в повітряних камерах. Одним із важливих етапів у технологічному процесі підготовки насіннєвого матеріалу є його очищення та сепарація. Якість цих

¹⁷Науковий керівник – Токарчук О.А к.т.н. доцент завідувач кафедри Інженерної механіки та технологічних процесів в АПК

операцій визначає подальшу енергію проростання, схожість та врожайність культур традиційні методи механічного відокремлення не завжди забезпечують достатній рівень чистоти, особливо за наявності дрібних або близьких за масою та розміром домішок. У зв'язку з цим все більшого поширення набувають пневматичні машини, робота яких базується на використанні аеродинамічних властивостей насіння.

Ключовим елементом пневматичного сепаратора є камера розрідження, де відбувається формування повітряного потоку, необхідного для якісного розділення матеріалу. Рівномірність розподілу швидкостей та стабільність тиску в робочій зоні безпосередньо впливають на точність відокремлення та мінімізацію втрат кондиційного насіння. Разом із тим, дослідження показують, що існуючі конструкції таких камер не завжди забезпечують оптимальні умови роботи, що потребує їх подальшого вдосконалення.

Актуальність теми зумовлена необхідністю створення високоефективних сепараційних систем, здатних забезпечити якісне очищення насіння різних культур із мінімальними енергетичними витратами. Для цього необхідно проводити експериментальні дослідження роботи камери розрідження, які дозволяють встановити оптимальні параметри її функціонування.

Метою дослідження є аналіз роботи камери розрідження пневматичного сепаратора насіння в різних режимах та визначення основних чинників, що впливають на якість сепарації.

Виклад основного матеріалу. Створення повітряних камер для сепаратора більш раціональної форми й експериментальне підтвердження теоретичних досліджень. Схема нового пневматичного сепаратора насіння овочевих і баштанних культур представлена на (рис.1).

Під час моделювання початкової камер розрідження використовували програму для загального параметричного моделювання потоку SolidWorks Flow Simulation. Після введення початкових і граничних умов (рис.1) провели моделювання повітряних потоків і моделювання розподілу розрідження в повітряних камерах.

Ділянки повітряної камери з перепадами тиску визначали за допомогою кольорової гами та індикатора атмосферного тиску. Чим нижчий атмосферний тиск, тим вище на цій ділянці розрідження. Шляхом витягування стінок повітряної камери в місцях надмірного розрідження в початковій повітряній камері створили умови для більш рівномірного розподілу розрідження в камері.

Для отримання значень перепадів розрідження на робочій поверхні до одного з отворів приєднали трубку зі смарт-зондом. Поверхня сепаратора оберталася з лінійною швидкістю 0,5 см/с ($0,08 \text{ с}^{-1}$). Прилад фіксував вакууметричний тиск із частотою один раз на секунду протягом проходження всієї робочої зони повітряної камери. Експеримент проводили з триразовою повторюваністю, дані автоматично зберігалися у форматі Microsoft Excel для подальшої обробки.

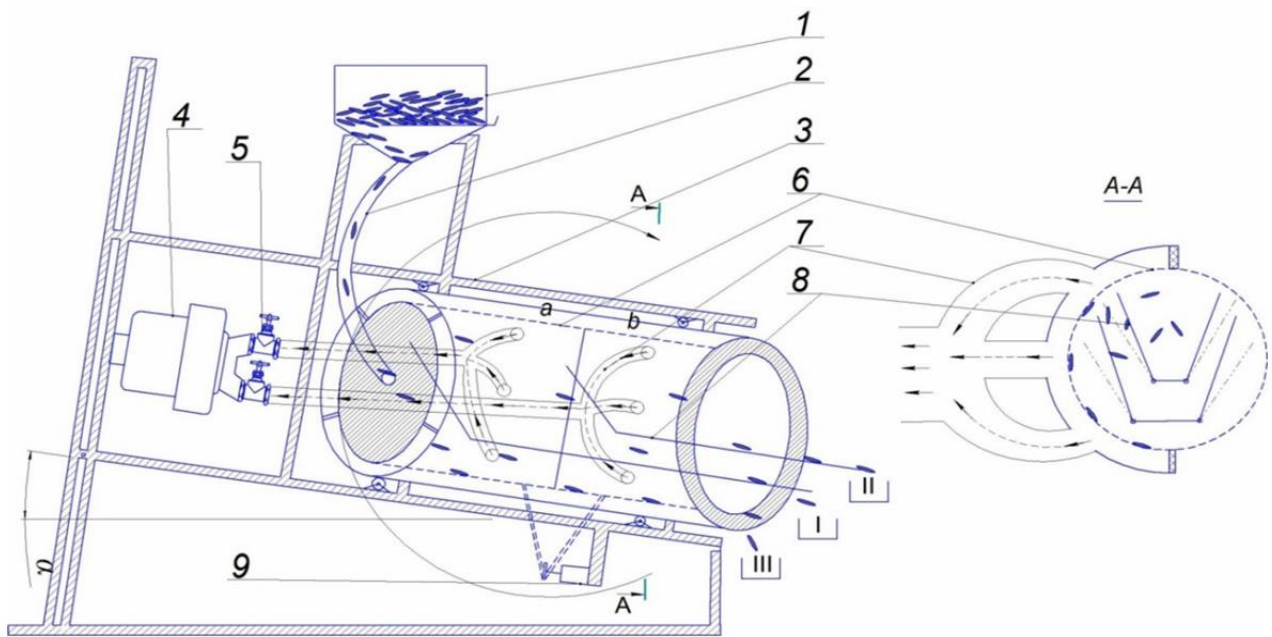


Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема нового пневматичного сепаратора:

1 – бункер для насіння; 2 – гофра для подачі насіння; 3 – рама; 4 – вакуумний вентилятор; 5 – регулювальний клапан; 6 – робоча поверхня; 7 – повітряна гофра; 8 – приймальний лоток; 9 – привод; а – зона першої повітряної камери; б – зона другої повітряної камери; I – фуражна фракція; II – товарна фракція; III – посівна фракція.

Результати моделювання повітряних потоків і розподілу розрідження в повітряних камерах представлені на рисунках 2-5. Геометричні параметри повітряної камери. Результати моделювання процесу сепарації з урахуванням заданих початкових і граничних умов по двох камерах представлені

На підставі отриманих даних можна зробити наступні висновки:– спостерігається зменшення розрідження в повітряній камері (за рахунок обтічної форми забезпечується більш рівномірний потік на вихідні патрубки); – у камері створюється значно менше повітряних завихрень, що позитивно позначається на рівномірності розрідження;– чим ближче отвори циліндра камери розташовані до вихідних патрубків, тим вище розрідження у камерах; – камера розрідження більш цілеспрямована до застосування, оскільки виконується вимоги до розподілу розрідження та вибір матеріалів

Вимога полягала в більш рівномірному розподілі розрідження по всій камері. Найбільш підходящим методом для отримання обтічної форми корпусу камери розрідження виявився метод адитивних технологій.

Результати числового моделювання повітряних потоків і розподілу розрідження в повітряних камерах представлені на рисунках 2–5. При цьому враховувались геометричні параметри повітряної камери, а також початкові та граничні умови, що відповідають реальним режимам роботи пневматичного сепаратора насіння. Моделювання проводилось для двох варіантів конструкцій: базової та камери з обтічною формою корпусу.

На основі отриманих даних встановлено такі закономірності: у камері спостерігається зниження загального рівня розрідження завдяки більш обтічній формі корпусу, яка забезпечує рівномірний розподіл повітряного потоку на

вихідних патрубках; обтічна форма сприяє зменшенню кількості повітряних завихрень, що позитивно позначається на стабільності аеродинамічного режиму та рівномірності розрідження у всій камері; виявлено, що чим ближче отвори циліндричної частини камери розташовані до вихідних патрубків, тим вищі значення розрідження формуються як у вихідній, так і в іншій камерах; краще відповідає технологічним вимогам, оскільки забезпечує необхідну стабільність повітряних потоків, рівномірність розрідження та зниження турбулентності.

Окремо було визначено, що однією з ключових вимог до камери розрідження є досягнення максимально рівномірного розподілу вакууму по її об'єму. Саме цей фактор визначає точність і ефективність подальшого процесу сепарації насіння. Для виготовлення експериментальної моделі найбільш доцільним виявився метод адитивних технологій, який дозволив отримати складну обтічну форму корпусу з урахуванням усіх вимог до міцності, герметичності та аеродинаміки.

Таким чином, проведене моделювання підтвердило ефективність запропонованої конструкції камери розрідження та її перспективність для застосування у складі пневматичних сепараторів насіння.

Висновки. Експериментальні дослідження, проведені у Науково-дослідному господарстві «Агрономічне» провели експериментальні дослідження камери розрідження пневматичного сепаратора насіння дозволили визначити особливості формування аеродинамічного поля та його вплив на якість розділення насінневого матеріалу.

Отримані результати підтверджують, що оптимізація параметрів розрідження в робочій камері є ключовим чинником підвищення ефективності сепарації. Встановлено, що рівномірність розподілу повітряного потоку та стабільність вакуумного тиску забезпечують зменшення домішок у виділеній фракції та підвищення чистоти насіння.

Дослідження показали, що при правильному виборі режимів роботи пневматичного сепаратора можна досягти значного зниження втрат кондиційного насіння, підвищення його схожості та енергії проростання. Це підтверджує доцільність використання камер розрідження в конструкціях сучасних пневматичних машин для передпосівної підготовки.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх використання для вдосконалення існуючих конструкцій пневматичних сепараторів, рекомендацій щодо оптимальних режимів їх експлуатації, а також у підвищенні загальної ефективності насіннеочисних процесів.

У подальших дослідженнях доцільним є проведення комплексної оцінки роботи камери розрідження з урахуванням різних видів культур, впливу вологості та фракційного складу насіння, що дозволить сформулювати універсальні параметри для широкого застосування технології.

Список використаних джерел

1. Веселовська Н. Р., Руткевич В. С., Шаргородський С. А. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування. Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2019. 283 с.

2. Войтюк Д. Г., Аніскевич Л. В., Волянський М. С., Мартишко В. М., Гуменюк Ю.О. Сільськогосподарські машини: Навчальний посібник. Київ : «Агроосвіта», 2017. 180 с.

3. Швець Л. В., Паладійчук Ю. Б., Труханська О. О. Технічний сервіс в АПК. Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2019. 648 с.

4. Спірін А. В., Твердохліб І.В., Замрій М.А. Визначення режиму функціонування відцентрово-гравітаційного сепаратора теркового пристрою. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2021. № 3 (102). С. 64 –71.

5. Севостьянов І. В. Процеси та обладнання для віброударного фільтрування вологих дисперсних середовищ : монографія. Вінниця : ВНАУ, 2021. 184 с. ISBN 978-966-949-795-6.

6. Zha, X., Chen, L., Chen, D., He, Y., Yang, R. *Design and Testing of a Branched Air-Chamber Type Pneumatic Seed Metering Device for Rice*. Agriculture, 2024, 14(11):1934.

Богдан НАГОРНИЙ¹⁸,

студент 2-го курсу,
факультет технології виробництва,
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЗААНЕНСЬКИХ КІЗ У СЕЛЕКЦІЙНІЙ РОБОТІ

Анотація. У статті розглядаються перспективи використання зааненських кіз у селекційно-племінній роботі для підвищення молочної продуктивності та покращення адаптивних і репродуктивних якостей місцевих порід. Наведено порівняння продуктивності зааненських кіз із іншими породами та оцінено вплив батьківських ліній на потомство. Показано, що використання цієї породи у схрещуванні дозволяє створювати гібриди з високою молочною та стабільною продуктивністю. Результати мають практичне значення для розвитку козівництва та забезпечення споживачів якісною молочною продукцією.

Ключові слова: коза, молочна продуктивність, доїння, якість продукції.

Annotation. The article considers the prospects for the use of Saanen goats in breeding work to increase milk productivity and improve the adaptive and reproductive qualities of local breeds. A comparison of the productivity of Saanen goats with other breeds is given and the influence of parental lines on offspring is evaluated. It is shown that the use of this breed in crossing allows you to create hybrids with high milk yield

¹⁸Науковий керівник: к.с.-г.н., доцент кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва ВНАУ Разанова О.П.

and stable productivity. The results are of practical importance for the development of goat breeding and providing consumers with high-quality dairy products.

Key words: *goat, milk productivity, milking, product quality.*

Вступ. У сучасному тваринництві особливу увагу приділяють підвищенню продуктивності та якості молочної продукції, що особливо актуально для галузі козівництва. Козяче молоко цінується за високі харчові та лікувальні властивості, тому дослідження, спрямовані на вдосконалення технологій його виробництва, селекційно-племінної роботи та оптимізації годівлі, мають важливе наукове й практичне значення. Одним із перспективних напрямів є використання високопродуктивних порід кіз у селекційній роботі. Це дає змогу підвищити надої та поліпшити якісні показники молока, а також сформувати тварин, краще адаптованих до умов утримання та годівлі в різних господарствах. Селекція спрямовується на удосконалення генетичного потенціалу, підвищення стійкості до захворювань та поліпшення відтворювальних якостей кіз. У поєднанні з оптимальною системою годівлі та утримання використання таких порід дозволяє досягати стабільних результатів і забезпечувати зростання ефективності галузі козівництва.

Зааненська порода кіз, завдяки своїм генетичним особливостям, вирізняється високими надоями, доброю адаптацією до різних кліматичних умов та стійкістю до захворювань. Її використання в селекційно-племінній роботі сприяє істотному підвищенню молочної продуктивності місцевих порід. Крім того, зааненські кози мають спокійний темперамент і добре пристосовуються до умов утримання. Це робить їх цінним біологічним ресурсом для селекціонерів, а дослідження впливу зааненської генетики на гібридні покоління відкриває нові можливості для розвитку галузі. Актуальність теми зумовлена потребою підвищення продуктивності та якості молочної продукції через удосконалення селекції та використання високопродуктивних порід, що сприятиме розвитку галузі та задоволенню потреб споживачів.

Мета – оцінити перспективи використання зааненських кіз у селекційно-племінній роботі для покращення продуктивних та адаптивних якостей місцевих порід.

Виклад основного матеріалу. Зааненська порода кіз – одна з найвідоміших і найцінніших молочних порід у світі, яка бере свій початок у Швейцарії, в долині Заанен, розташованій у кантоні Берн. Саме тут, у сприятливих кліматичних умовах Альп, місцеві фермери століттями відбирали найпродуктивніших тварин, формуючи породу, яка згодом здобула світове визнання. Вже у XIX столітті зааненські кози почали експортуватися до інших країн Європи, а згодом – й на інші континенти, де вони швидко адаптувалися та показували високі надої. Завдяки своїм винятковим продуктивним якостям, зааненська порода стала еталоном у молочному козівництві. Її популярність зростала разом із розвитком селекційної науки, що дозволило закріпити найкращі ознаки породи в стабільних генетичних лініях.

Морфологічно зааненські кози мають великі розміри, міцну конституцію, добре розвинену мускулатуру та широку грудну клітку. Їхня шерсть коротка, біла або кремова, а шкіра світла, що є ознакою доброго теплового обміну. Вуха прямостоячі, а роги залежно від лінії можуть бути або ж тварини безрогі. Фізіологічно ці кози вирізняються високою молочною продуктивністю, тривалою лактацією, стабільним репродуктивним циклом і доброю витривалістю. В середньому одна зааненська коза може давати понад 800-1000 кг молока в рік [1, 2].

Цінність зааненської породи, як провідної молочної породи, базується не лише на високих показниках продуктивності, але й на здатності передавати цінні господарсько-корисні ознаки у процесі використання в селекційно-гібридаційних програмах [6]. Її генетичний потенціал активно використовується для покращення місцевих порід у багатьох країнах, в тому числі в Україні. Їхня здатність до швидкої адаптації дозволяє успішно розводити їх у різних регіонах України.

Зааненські кози в умовах інтенсивного утримання можуть давати до 1500 кг молока за лактацію. Добовий надій може сягати 3-8 кг, залежно від віку, умов годівлі та лактаційного періоду. Найвищі показники молочної продуктивності отримують від кіз третьої та наступних лактацій, а інтенсивність молоковіддачі становить 1,21 кг/хв [3]. Вміст жиру в молоці близько 3,2–3,6%, а білка – 3,0–3,1%.

Таблиця 1. Молочна продуктивність кіз зааненської породи

Лактація, №	n	Молочна продуктивність					
		надій, кг		жир, %		білок, %	
		M ± m	Cv %	M ± m	Cv %	M ± m	Cv %
1	41	565,0 ± 26,52 **	30,1	3,2 ± 0,04	7,4	3,0 ± 0,03	6,4
2	35	555,3 ± 21,85**	23,3	3,3 ± 0,04	7,6	3,0 ± 0,03	6,5
3	34	702,3 ± 32,23	26,8	3,3 ± 0,10	13	3,1 ± 0,02	4
4	33	693,4 ± 35,52	29,4	3,3 ± 0,05	7,8	3,0 ± 0,02	3,4
5	28	600,0 ± 39,80**	35,1	3,6 ± 0,20	21,5	3,0 ± 0,04	5,1
6	15	725,0 ± 47,71**	25,5	3,2 ± 0,1	9	3,0 ± 0,05	7
7	13	540,6 ± 30,76**	20,5	3,4 ± 0,31	13	3,1 ± 0,10	3,2

Джерело: сформовано на основі [3].

За даними Скорик А.О., молочна продуктивність кіз за першу лактацію становила 565 кг із вмістом жиру в молоці – 3,2%, а білка – 3,0%. Надій молока за лактацію мав тенденцію до збільшення – від третьої до шостої включно, порівняно з першою і сьомою лактаціями. Максимальний рівень надою був за шосту лактацію. Значний коефіцієнт варіації за надоєм (20-35%) дає підставу вважати можливим вести селекцію за цим показником [3].

Для більш повної характеристики молочної продуктивності проведено порівняння зааненських кіз з іншими породами, що дозволило оцінити їх переваги у надоях та визначити перспективність використання у селекційній роботі [4].

Таблиця 2. Надій молока помісних козематок різних порід, (n=10)

Порода	Дні лактації	X±Sx
Зааненська	244	727,92±22,12***
Зааненська	214	724,03±22,19***
Альпійська	214	676,69±13,16***
Корсиканська	214	573,24±15,14

Джерело: сформовано на основі [4].

Як видно з даних таблиці 2, найбільші надії отримано від зааненських кіз, що підтверджує їхній високий генетичний потенціал у формуванні молочної продуктивності. За тривалістю лактаційного періоду та середнім надоем ця порода значно перевищувала альпійських та особливо корсиканських кіз. Порівняно з альпійською породою, зааненські кози мали вищі показники надою на 47-51 кг, тоді як різниця з корсиканською породою становила понад 150 кг. Крім того, коефіцієнт варіації у зааненської та альпійської порід був нижчим, що свідчить про більшу стабільність продуктивності в межах породи. Отримані дані про продуктивності кіз зааненської породи підтверджують доцільність її використання у селекційній роботі з метою підвищення надоїв у помісних кіз.

Для поглибленої оцінки продуктивних характеристик розглянемо молочну продуктивність дочок різних зааненських козлів (табл. 3).

Таблиця 3. Молочна продуктивність дочок ців зааненської породи

Батьки	Надій, кг		Вміст жиру, %		Вміст білка, %	
	n	M±m	n	M±m	n	M±m
Аморс 046062340091	12	621,9±66,00	12	3,2±0,07	12	2,9±0,05
Вікс 030810040238	10	530,3±42,00	10	3,2±0,05	10	3,1±0,04
Прієрс 0460623640427	7	525,6±39,00	-	-	-	-
Френдс 038028540074	6	590,5±65,00	6	3,1±0,10	6	2,9±0,10

Джерело: сформовано на основі [3].

З даних таблиці 3 видно, що потомство різних козлів мало істотні відмінності у рівні молочної продуктивності. Найвищі надії виявлено у дочок цапа Амурса – понад 621 кг молока, тоді як у нащадків Прієрса та Вікса показники були нижчими. Це свідчить про значний вплив батьківських ліній на продуктивні якості і підкреслює важливість правильної племінної роботи у доборі плідників.

З урахуванням високого генетичного потенціалу зааненських кіз важливо визначити основні напрями їх подальшого використання у селекційній роботі. Перспективи розвитку пов'язані не лише з підвищенням молочної продуктивності, але й з покращенням якості молока, відтворювальних показників та оптимізацією системи утримання й годівлі [5]. Узагальнені основні перспективи селекції зааненських кіз наведено на рис. 1.

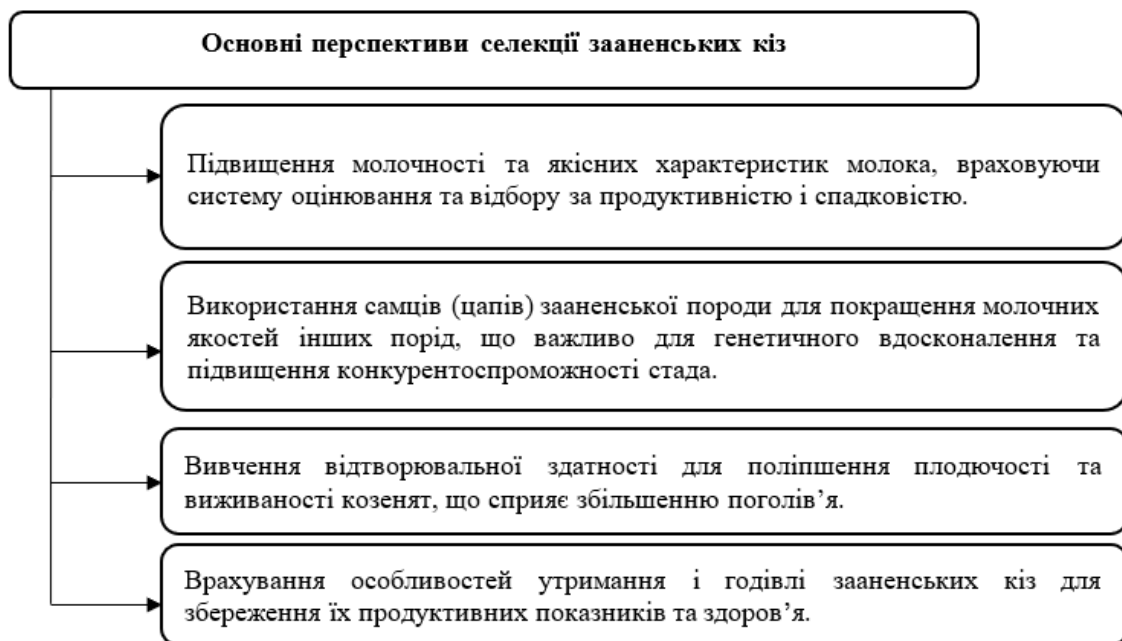


Рис. 1. Перспективи селекції зааненських кіз

Джерело: сформовано на основі [5].

Висновки. Отже, зааненські кози є перспективною породою для селекційно-племінної роботи завдяки високій молочній продуктивності, стабільності показників та здатності передавати цінні генетичні ознаки наступним поколінням. Використання цієї породи у схрещуванні з місцевими козами дозволяє створювати гібриди з високими надоями, покращеними адаптивними та репродуктивними якостями.

Список використаної літератури

1. Маслюк А.М., Атановська-Маслюк О.Й., Зіневич В.М. Стан козівництва у світі, перспективи його розвитку та наукове забезпечення в Україні. *Вівчарство та козівництво*. 2020. № 5. С. 238-254.
2. Попова В.О., Кернасюк В.Ю., Федяєв В.А., Лєппа А.Л. Моніторинг проблем та тенденцій розвитку галузі козівництва в Україні. *Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування*. 2019. Вип.3. С. 168-176.
3. Скорик К.О. Молочна продуктивність кіз зааненської породи латвійської селекції. *Розведення і генетика тварин*. 2016. Вип. 52. С. 109-114.
4. Слюсаренко В.С. Порівняльна характеристика молочної продуктивності кіз різних порід при схрещуванні з цапами тоггенбурзької породи. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 135. Ч. 2. С. 207-214. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.135.2.26>
5. Федорович Є.І., Салига Ю.Т., Федорович В.В., Мазур Н.П., Боднар П.В. Розвиток козівництва в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2022. №2 (827). С. 42-49.
6. Якісна селекційна робота в українському козівництві тільки починає розвиватися. URL: <https://agrotimes.ua/tvarinnitstvo/yakisna-selekcijna-robota-v-ukrayinskomu-kozivnyctvi-tilky-pochynaye-rozvyvatysya/> (дата звернення: 29.09.2025).

Микола ШРАМКО¹⁹,
студент 3-го курсу,
факультет технології виробництва,
переробки та робототехніки у тваринництві
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

**ВПЛИВ ВИДУ МОЛОКА (КОРОВ'ЯЧОГО ТА КОЗИНОГО) НА
ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ВИТРИМАНОГО СИРУ ТИПУ ГАУДА: ДОСВІД З КРАФТОВОГО
ВИРОБНИЦТВА ФГ «САДОЧОК»**

***Анотація.** У статті досліджено вплив виду молока (коров'ячого та козиного) на технологічні та органолептичні характеристики витриманого крафтового сиру типу «Гауда», виробленого у ФГ «Садочок». Описано основні етапи технологічного процесу: пробопідготовку, нормалізацію молока, внесення заквасок і ферментів, формування та пресування зерна, соління, дозрівання і покриття латексом. Наведено порівняльні результати ультразвукового аналізу молока, визначення вмісту жиру, білка, кислотності та органолептичної оцінки за 100-бальною шкалою. Встановлено, що козяча «Гауда» вирізняється більш насиченим ароматом і смаком, а також підвищеною поживною цінністю, проте її виробництво в Україні обмежене через незначну кількість козиних ферм. Дослідження має практичне значення для розвитку малих сироварень і розширення асортименту витриманих сирів вітчизняного виробництва*

***Ключові слова.** Гауда; коров'яче молоко; козине молоко; органолептика; технологія витримки; крафтове виробництво*

***Abstract.** The article examines the influence of milk type (cow's and goat's) on the technological and organoleptic characteristics of aged craft Gouda cheese produced at the farm enterprise "Sadochok". The main stages of the technological process are described: sample preparation, milk standardization, addition of starter cultures and enzymes, curd formation and pressing, salting, ripening, and latex coating. Comparative results of ultrasonic milk analysis, fat and protein content, acidity, and organoleptic evaluation on a 100-point scale are presented. It was found that goat Gouda is characterized by a more intense flavor and aroma profile, as well as higher nutritional value, although its production in Ukraine is limited due to the small number of goat farms. The study has practical significance for the development of small-scale cheese dairies and the diversification of the domestic market with new varieties of aged cheeses.*

¹⁹ Науковий керівник – Людмила КОЛЯНОВСЬКА, к. т. н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій ВНАУ.

Keywords: *Gouda; cow's milk; goat's milk; organoleptic; aging technology; craft production.*

Вступ. В Україні культура промислового вирощування кіз і овець перебуває на низькому рівні. Статистичні дані свідчать: найбільша частка поголів'я утримується на невеликих фермах (до 50 голів), тоді як у великих господарствах із понад 500 голів таких ферм лише 88 (рис. 1). Більшість малих виробників не планує розширювати стада, що загрожує подальшим скороченням поголів'я овець та кіз.



Рис. 1. Зниження кількості поголів'я овець та кіз в Україні за 1991-2025 рр.

Така ситуація має серйозні наслідки для вітчизняного тваринництва: подібні тренди простежуються серед великої рогатої худоби, птиці та свиней. Водночас ринок трансформується – дедалі більше підприємств впроваджують сучасні технології та заходи біобезпеки, що робить галузь привабливою для інвесторів. Проте професія сировара досі маловідома через брак фахової літератури й ресурсів. Нині в Україні налічується близько 170–180 виробників сиру: понад 150 малих крафтових сироварень і 20–30 промислових підприємств.

Виробництво витриманого сиру – це справжнє мистецтво. Процес починається з доїння молока, а завершується розрізом щільної голівки з чистим ароматом і кремовою текстурою. Давні майстри використовували плісняву, щоб подовжити термін зберігання й надати сиру ягідні, горіхові чи трав'яні відтінки. Сучасні сировари або дотримуються «чистої» витримки, або захищають продукт шаром латексу, парафіну чи воску.

Гауда сьогодні – один із найпопулярніших сирів у світі. За обсягами виробництва та експорту вона лідирує в Нідерландах і широко поширена в Європі та за її межами. Хоч індустріалізація масштабувала виробництво, крафтові господарства зберігають традиції XVII століття: після пресування круги промивають теплою водою, знижуючи вміст лактози для м'якшого та солодкуватого смаку; потім занурюють у соляний розчин, висушують і покривають парафіном або воском. Такий захисний шар дозволяє головкам визрівати від одного до двадцяти місяців.

У статті описано технологічний процес виготовлення крафтової Гауди на ФГ «Садочок» (вул. Коцюбинського, 12, с. Микулинці) та порівняльно оцінено технологічні й органолептичні показники двох її варіантів — із коров'ячого та козиного молока.

У крафтовій сироварні ФГ «Садочок» виробляють велику кількість витриманих сирів. Серед них обрано сир «Гауда» і проведено порівняльне дослідження сиру, виготовленого із козячого та коров'ячого молока.

Виклад основного матеріалу. Перед виготовленням сиру відбирають проби й занотовують результати в технологічну карту (табл. 1). Під час виробничого процесу фіксують також інші технологічні показники [1].

Проби молока відбирали у невеликі пробірки та досліджували за допомогою ультразвукового аналізатора Ecomilk Bond для визначення вмісту білка, густини, кількості води та жиру. Вимірювання рН молока і сиру здійснювали за допомогою рН-метра Testo 205.

Таблиця 2. Технологічна карта виробництва сиру «Гауда»

Технологічна карта виробництва сиру «Гауда»			
		Варка №1	Варка №2
Вид молока		коров'яче	козине
Назва сиру		ГАУДА	ГАУДА
Кількість суміші	кг	265	265
Жир суміші	%	3,81	2,87
Кислотність суміші	%	6,83	6,93
Білок суміші	%	3,18	2,84
Густина	%	27,6	24,9
Кількість води	%	0	8
Внесено:			
CaCl ₂	г	75	77
Сичужний фермент СНУ-МАХ	г	8	8
Заквасна культура: CЕСКА STAR L- 200	г	30	30
Температура заквашування	с	38	37
Кислотність суміші перед заквашування	%	6,45	6,5
Заквашування	хв	30	30
Розрізка згустку	хв	7	8
Відпочинок	хв	3	2
Кількість зливої сироватки	л	80	82
Кількість добавленої води	л	85	90
Початок 2-го нагрівання	хв	20	25
Температура 2-го нагрівання	с	48	49
Сироватка	л	238	240
Жир сироватки	%	0,2	0,63
Час пресування	хв	330	330
Кількість сиру	кг	27	24,5
Інші характеристики поживної цінності визначаються і пишуться на упаковці перед запаковуванням			

Дана рецептура без будь-яких змін може використовуватися для козиного або коров'ячого молока.

Молоко після охолодження нагрівають до температури $+60...65\text{ }^{\circ}\text{C}$, витримуючи його протягом 15–30 хв із постійним контролем температури. Далі охолоджують до робочої температури $+33\text{ }^{\circ}\text{C}$. Під час пастеризації можливе незначне зниження рН, тому контролюють його зміни: перед внесенням закваски — 6,5–6,8; після дозрівання закваски — 6,3–6,6; у момент розрізання згустку — 6,3–6,5; під час другого нагрівання зерна — 6,1–6,4; наприкінці пресування сиру — 5,5–6,2. На подальших етапах визрівання кислотність залишається стабільною.

У молоко вносять CaCl_2 та закваску, яку залишають активізуватися протягом 40 хв, періодично перемішуючи. У разі зниження температури молоко додатково підігрівають. Фермент СНУ-МАХ (0,3 мл на 100 л молока) розчиняють у невеликій кількості води та додають у рухоме молоко, перемішуючи протягом 2 хв (рис.2).

Згусток формується через 40–60 хв; він має бути щільним і давати рівний розріз. Його розрізають лірою плавними рухами (рис. 3), після чого зерно доводять до розміру 1–3 мм (рис. 4). Переконаються, що воно зберігає форму під час стиснення (рис. 5).



Рис. 2. Перемішування молока, CaCl_2 та закваски



Рис. 3. Саморобна ліра із нержавіючої сталі



Рис. 4. Форма зерна після розрізання (1–3 мм)



Рис. 5. Збереження форми при стисненні

З поверхні відбирають 25–35 % сироватки й поступово додають воду температурою $+40...60\text{ }^{\circ}\text{C}$, підігріваючи зерно до $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ (приблизно 25 % об'єму). Вимішують протягом 10 хв, після чого залишають масу відпочити на 5 хв. Процес повторюють: зливають сироватку, додають воду температурою $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до досягнення $+38\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ще близько 25 % об'єму), вимішують 15 хв і перевіряють готовність зерна, розтираючи його між долонями. Якщо зерно збирається в грудочки — воно готове; якщо ні — продовжують вимішування ще 5 хв і залишають осісти на 3 хв.

Далі застосовують один із способів формування:

Наливний метод. Зерно переливають у форму з отворами, заповнюють її, залишають на 2–3 хв для осідання та доливають ще 3–4 рази.

Перекладний метод. Сироватку зливають так, щоб поверхня зерна оголилася, після чого масу одним прийомом перекладають у тканинну форму й помірно придавлюють. Можливий також метод часткового підпресування: зерно перекладають у форму без тканини для видалення повітря (рис. 6) [2,3].

Якщо формування відбувається наливним способом, сир можна не пресувати, а лише перевертати його відповідно до графіка, не додаючи додаткової ваги, оскільки він пресується власною масою. Якщо обирають пресування, сир після розкладення зерна залишається на 15 хв на самопресування, після чого проводять пресування за графіком.

Графік пресування:

- перше пресування — через 30 хв після розкладки зерна, вага 2 кг на 1 кг сиру;
- друге пресування — через 60 хв, вага збільшується вдвічі до 4 кг на 1 кг сиру;
- третє пресування — через 120 хв (або максимально — перед закриттям виробництва).



Рис 6. Один з способів розкладання зерна в форму

Під час останнього пресування сир витримують при кімнатній температурі (+18...25 °С) протягом 12–16 год. Зранку дістають сир із форм і відправляють на соління з розрахунку 3–7 год на 1 кг сиру: якщо головка низька (до 10 см) й широка, часу потрібно менше; якщо висока (15–20 см) — більше.

Наприклад: вага головки — 5000 г;

$5 \text{ год} \times 60 \text{ хв} = 300 \text{ хв};$

$300 \text{ хв} / 1000 \text{ г} = 0,3 \text{ хв};$

$0,3 \text{ хв} \times 5000 \text{ г} = 1500 \text{ хв};$

$1500 \text{ хв} / 60 = 25 \text{ год}$

Тривалість соління розраховують для кожної головки окремо, а не за загальною вагою партії. Намагайтеся утримувати відхилення ваги в межах $\pm 10\%$ і застосовувати один час соління для всіх головок.

Соляний розсіл готують із концентрацією 18,5–22 %. Для 10 л 20 % розчину беруть 8 л кип'яченої води і 2 кг солі, розчиняють у окропі та охолоджують до кімнатної температури. Якщо розсіл зберігають у камері дозрівання (+5...12°C), стежте, щоб різниця температур із сиром не перевищувала 14 °С — інакше посол буде нерівномірним.

Поверхню сиру, що над розсолом, посипають сіллю, щоб запобігти висиханню, а посередині процесу перевертають сир і повторюють посипання. Після соління сир просушують у приміщенні з вологістю 75–85 % і легким обдувом, щодня перевертають і оцінюють сухість кірки [4].

Перед дозріванням деякі головки покривають латексом, парафіном або воском, щоб запобігти втраті вологи та наростанню плісняви. Перше покриття включає 2–3 шари:

1. тонкий шар на одну сторону й боки, сушити 30–120 хв;
2. тонкий шар на ту ж сторону й боки, сушити 60–180 хв;

3. тонкий шар на іншу сторону й боки, сушити 30–120 хв;
4. тонкий шар на другу сторону, сушити 2–5 год.

Через 1–2 дні повторюють ту саму схему. Товщина шару залежить від якості латексу — чим тонший, тим краще. Якщо на покритті з'являється пліснява, обережно витирають її й наносять додатковий шар. Сир дозріває при 85 % вологості та +8...10 °С (рис. 7) [5]



Рис. 7 Дозрілий сир



Рис.8. Пакування сиру у вакуумні пакети

Після витримки сир переносять у фасувальний цех, розрізають головки й проводять органолептичний і фізико-хімічний аналіз: оцінюють зовнішній вигляд, запах, смак і кислотність. Якщо виявлені дефекти, наприклад здуття без газоутворень, сир можна вакуумувати в термопакети для подальшої витримки.

Сир пакують цілими головками або шматками у вощений папір чи вакуумні пакети (рис. 8).

Органолептична оцінка витриманого сиру проводилася за 100-бальною шкалою, яка поділена на такі підгрупи: зовнішній вигляд — 15 балів; аромат — 20 балів; смак — 30 балів; текстура — 25 балів; післясмак — 10 балів.

Органолептична оцінка сиру «Гауда» з коров'ячого молока

Зовнішній вигляд (13/15). Паста однорідного світло-жовтого кольору з легким природним глянцем. Вічка поодинокі, дрібні (діаметром 1–2 мм), рівномірно розподілені, без скупчень. Шкірка воскова, золотаво-жовта, без тріщин і плям (рис. 9, рис. 10).



Рис. 9. Оцінка поверхні сиру



Рис. 10. Оцінка сиру на розрізі

Аромат (16/20). Інтенсивність середня або висока. Домінують свіжі молочні ноти, чітко виражені вершкові акорди. У фоні відчувається легкий фруктовий відтінок із натяками на горіх та стиглий банан. Побічні (небажані) асоціації відсутні.

Смак (25/30). Основною домінантою є ніжна молочна солодкість, підсилена м'якою солоністю. У післясмаку проявляються карамельні відтінки та легка вершковість. Баланс солодкого й солоного виражений чітко; кислотність мінімальна, гіркота відсутня.

Текстура (23/25). Пружна, еластична, без липкості. При укусі відчувається легкий опір, паста пластична, легко розламується, із характерною «пісочністю», зумовленою наявністю дрібних кристалів тирозину.

Післясмак (8/10). Тривалий, горіхово-карамельний шлейф із виразними смаковими акордами. Завершальна нота — ніжно-вершкова.

Загальна оцінка. Сир набрав 85 балів зі 100, що відповідає категорії «сир хорошої якості».

Рекомендації щодо зберігання. Зберігати при температурі +4...+6 °С. Термін придатності — 60 діб.

Склад. Молоко коров'яче нормалізоване за вмістом жиру, закваски молочнокислих бактерій, ферментний препарат, кухонна сіль, агент твердіння — хлорид кальцію.

Харчова цінність на 100 г продукту:

- Білки — 28,1 г
- Жири — 26,2 г (у т.ч. насичені — 17,8 г)
- Вуглеводи — 0 г
- Сіль — 2,2 г
- Вітаміни — А, D, E, K
- Вода — 30 %

Органолептична оцінка сиру «Гауда» з козиного молока

Зовнішній вигляд (14/15). Світло-бежевий колір із легким кремовим відтінком; паста однорідна, що свідчить про високу рівномірність структури (рис. 11).



Рис. 11. Оцінка козиного сиру на розрізі

Вічка дрібні, поодинокі, рівномірно розподілені, без утворення надмірних скупчень.

Аромат (17/20). Інтенсивний характерний «фермерський» козячий акцент у поєднанні з вершковими нотами. Відчувається легка фруктовো-горіхова солодкість, збагачена тонкими трав'яними й лісовими відтінками. Такі нюанси зумовлені умовами утримання тварин: випас у лісовій місцевості та безприв'язне утримання стада.

Смак (26/30). Властива козячому молоку приємна кислинка у поєднанні з помірною солоністю. У післясмаку проявляються горіхово-карамельні акорди, що створюють теплу гармонійну палітру смакових вражень із тривалими приємними відтінками.

Текстура (22/25). Пружна й еластична, з легкою крихкістю та наявністю дрібних кристалів тирозину. Відсутність липкості забезпечує однорідне тактильне відчуття та комфортне ковтання без розшарування.

Післясмак (8/10). Тривалий (≈ 12 с), вершково-горіховий, без гіркоти, залишає приємне, м'яке й ненав'язливе враження.

Загальна оцінка. 87/100 — відмінна козяча «Гауда», без критичних дефектів. Показник підтверджує стабільність якості, ефективність технології та високий професіоналізм виробника.

Склад. Пастеризоване козине молоко, закваски молочнокислих мезофільних бактерій, ферментний препарат тваринного походження, хлорид кальцію, кухонна сіль.

Рекомендації щодо зберігання. Зберігати при температурі від +1 до +5 °C. Термін придатності — 60 діб.

Харчова цінність на 100 г продукту:

- Білки — 27,7 %
- Жири — 24,7 %
- Вуглеводи — 4,8 %
- Мінеральні речовини — до 2 % (з них Ca — 0,85 %, а також Zn, фосфор, залізо, магній)
- Вітаміни — A, B, E, PP, C, групи B
- Вода — 40 %

Висновки. У ході дослідження підтверджено, що вид молока суттєво впливає на технологічні та органолептичні характеристики витриманої крафтової «Гауди». Козяче молоко надає сиру більш насичених ароматно-смакових нот, виражену вершкову солодкість та підвищену поживну цінність, тоді як коров'яче формує класичний профіль із ніжною солоністю та м'якою текстурою.

Запропонована технологічна карта універсальна для обох видів молока та охоплює послідовні етапи: підготовка проб, нормалізація суміші, внесення CaCl_2 і заквасок, дозрівання згустку, розрізання та прогрівання зерна, формування, пресування, соління, дозрівання з нанесенням захисного шару. Детально описані

параметри рН-контролю й температурного режиму гарантують стабільну якість сиру незалежно від початкових характеристик молока.

Отримані результати мають практичне значення для розвитку малих сироварень і розширення асортименту вітчизняних витриманих сирів. Розвиток козівництва в Україні сприятиме диверсифікації ринку та підвищенню інвестиційної привабливості галузі.

У перспективі рекомендується:

- стимулювати збільшення поголів'я кіз на малих фермах;
- адаптувати технологічні режими під локальні умови;
- забезпечити видання та поширення спеціалізованих посібників із крафтового сироваріння.

Застосування отриманих висновків сприятиме підвищенню конкурентоспроможності українських крафтових виробників на внутрішньому та зовнішньому ринках.

Список використаної літератури

1. Van Leuven, I., & De Clippeleer, J. Sensory and chemical properties of Gouda cheese [Електронний ресурс] // Journal of Dairy Science. 2018. Vol. 101, Issue 10. URL: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(17\)31183-9/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(17)31183-9/fulltext)
2. Сухенко Ю. Г., Поліщук Г. Є., Раманаускас Р. Й., Шингарєва Т. І. Технологія сиру. Київ: Фірма «Інкос», 2018. С. 411.
3. Ешер Девід. Мистецтво натурального сироваріння. 2017. С. 320.
4. Кравецька Л. Сирні мандри: рецепти домашнього сироваріння. Київ: КСД, 2023. С. 256.
5. Чечулін П. Сучасне сироваріння для усіх. Харків : MagicBook, 2020. URL: <https://magicbook.com.ua/uk/product-796509.html>. (дата звернення: 24.09.2025).

Анна БІГАС,²⁰

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

ВИГОТОВЛЕННЯ БРИНЗИ З КОЗИНОГО МОЛОКА ПОРОДИ ЗААНЕНСЬКА З ДОДАВАННЯМ ЧІА

***Анотація.** У статті розглядається технологія виготовлення бринзи з козиного молока зааненської породи з додаванням насіння чіа. Молоко цієї*

²⁰ Науковий керівник: к.т.н. доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій ВНАУ Людмила КОЛЯНОВСЬКА

породи характеризується високою поживною цінністю, ніжним смаком і легкою засвоюваністю, що робить його оптимальною сировиною для м'яких сирів. Додавання чіа збагачує продукт омега-3 жирними кислотами, клітковиною, білком та антиоксидантами, підвищуючи його функціональні властивості. Описано технологічний процес виробництва та оцінено вплив чіа на фізико-хімічні, сенсорні та нутриціологічні показники бринзи, а також наведено рекомендації щодо зберігання для забезпечення безпеки і стабільності продукту. Наведено характеристику фізико-хімічних властивостей молока зааненських кіз, що зумовлюють його високу придатність до переробки у м'які сири: стабільний вміст білка (3,1 %), жиру (3,7 %), низьку кислотність і високу засвоюваність. Описано технологічний процес виробництва бринзи, який включає пастеризацію, коагуляцію, обробку сирного зерна, пресування, соління та дозрівання продукту.

Ключові слова: бринза, козине молоко, насіння чіа.

Annotation. The article examines the technology of producing feta cheese from saanen goat milk with the addition of chia seeds. The milk of this breed is characterized by high nutritional value, delicate taste, and easy digestibility, which makes it an optimal raw material for soft cheeses. The addition of chia enriches the product with omega-3 fatty acids, fiber, protein, and antioxidants, enhancing its functional properties. The technological process of production is described, and the influence of chia on the physicochemical, sensory, and nutritional characteristics of the cheese is evaluated. Recommendations for storage are provided to ensure the safety and stability of the final product. The article discusses the technology of making feta cheese from goat's milk of the Saanen breed with the addition of chia seeds. Milk of this breed is characterized by high nutritional value, delicate taste and easy digestibility, which makes it the optimal raw material for soft cheeses. The addition of chia enriches the product with omega-3 fatty acids, fiber, protein and antioxidants, increasing its functional properties. The technological process of production is described and the effect of chia on the physicochemical, sensory and nutritional parameters of feta cheese is evaluated, as well as recommendations for storage to ensure the safety and stability of the product are given.

Keywords: brynza, goat milk, chia seeds.

Вступ. Сучасні тенденції харчування акцентують увагу на виробництві натуральних і функціональних продуктів, що поєднують традиційні рецептури з інноваційними добавками. Одним із таких продуктів є бринза – традиційний кисломолочний сир, виготовлений із козиного молока. Особливо цінним є молоко Зааненських кіз, яке характеризується високою поживною цінністю, ніжним смаком і легкою засвоюваністю. Збагачення бринзи насінням чіа надає продукту додаткових функціональних властивостей, підвищує його харчову цінність і робить більш привабливим для споживачів, які прагнуть здорового способу життя.

Виклад основного матеріалу. Бринза – традиційний сирний продукт, поширений у гірських регіонах Європи, зокрема в Україні, Словаччині та Польщі. Вона відома своєю ніжною текстурою, солоним смаком і високою харчовою цінністю. Використання козиного молока зааненської породи для виробництва бринзи є перспективним напрямком, оскільки ця порода дає молоко з оптимальними фізико-хімічними властивостями, що сприяє формуванню якісного сиру. Додавання насіння чіа (*Salvia hispanica* L.) до технологічного процесу не лише збагачує продукт корисними речовинами, такими як омега-3 жирні кислоти, клітковина та антиоксиданти, але й підвищує його функціональні властивості, роблячи бринзу більш цінною для здорового харчування та сучасного споживача, який цінує продукти з підвищеною нутріціологічною цінністю [5].

Такий продукт відповідає сучасним тенденціям у харчуванні, орієнтованим на натуральність і користь для організму, і може знайти застосування як у домашньому споживанні, так і у харчових підприємствах, що прагнуть розширити асортимент функціональних молочних виробів. Крім того, інтеграція чіа сприяє підвищенню технологічної стабільності бринзи, поліпшенню її текстури та сенсорних властивостей, що робить продукт привабливим для широкого кола споживачів.

Зааненська порода кіз – одна з найпродуктивніших молочних порід у світі, відома високим об'ємом надоїв і стабільною якістю молока. Вона характеризується спокійним темпераментом, невибагливістю до умов утримання та тривалим періодом лактації, що робить її ідеальною для промислового та фермерського молочного виробництва [2]. Порода широко використовується для покращення продуктивності інших молочних порід завдяки своїм генетичним якостям і здатності давати стабільно високоякісне молоко протягом усієї лактації (рис. 1) [2].



Рис. 1. Зааненська коза

Кози зааненської породи вирізняються високою продуктивністю – до 800-1000 кг за лактацію – та стабільними показниками якості, що робить його оптимальним для переробки у молочні продукти, зокрема м'які сири. Фізико-хімічні властивості молока цієї породи залежать від сезонних змін, умов годівлі

та стадії лактації, проте в середньому демонструють стабільні значення, які забезпечують надійність технологічного процесу та високу якість готового продукту [3]. Ці характеристики включають вміст білка, жиру, сухих речовин та кислотність, що безпосередньо впливають на коагуляцію, текстуру і смакові властивості бринзи (табл. 1).

Таблиця 1. Фізико-хімічні показники молока зааненських кіз

Показник та його одиниця	Значення показника зааненських кіз
Вміст соматичних клітин, тис./см ³	539
Загальне бактеріальне обсіменіння, тис./см ³	98
Група чистоти	Перша
Кислотність, °Т	16,71 ± 1,4
Густина, кг/см ³	1,03 ± 0,5
Вміст жиру, %	3,71 ± 0,019
Вміст білка, %	3,11 ± 0,014
Лактоза, %	4,51 ± 0,032
Суха речовина, %	12,49 ± 0,098
Сухий нежирений молочний залишок, %	8,71 ± 0,043

Джерело: сформовано автором на основі [3].

Молоко кіз зааненської породи вирізняється високою харчовою та біологічною цінністю. Воно багате на середньоланцюгові жирні кислоти, зокрема капринову, що забезпечує його легке засвоєння та нижчу алергенність порівняно з коров'ячим молоком. Вміст мінералів також є вищим: кальцію, фосфору (0,112 %), магнію (0,017 %) та калію (0,170 %), що підсилює профілактичний ефект у попередженні остеопорозу. За органолептичними властивостями молоко характеризується білим або кремовим кольором із легким молочним відтінком, свіжим запахом із делікатним «козячим» ароматом, який менш виражений, ніж у молоці альпійських чи нубійських кіз. Смак ніжний, солодкуватий, без гіркоти, а консистенція рідка, однорідна, з низькою в'язкістю, що полегшує переробку [3]. Сукупність цих характеристик робить молоко зааненських кіз особливо придатним для виробництва м'яких сирів, зокрема бринзи, де важливими є швидка коагуляція та правильне формування текстури.

Виробництво бринзи з молока Зааненської породи ґрунтується на традиційних підходах до сироваріння, але з урахуванням специфічних властивостей сировини.

Технологічний процес включає обов'язкову пастеризацію для забезпечення мікробіологічної безпеки, коагуляцію з використанням сичужних ферментів, обробку сирного зерна, дренажу та соління. Для прикладу, при переробці 100 л молока його пастеризують при 72 °С протягом 15 секунд (або використовують сире – у разі фермерського виробництва), охолоджують до 28-33 °С і додають хлорид кальцію (0,02 %) та химозин (20-30 мл/100 л). Після утворення згустку через 30-60 хв його нарізають на кубики розміром 1-2 см і поступово нагрівають до 35-38 °С при помішуванні. Далі проводять дренажу та пресування у формах протягом 2-4 год при температурі 20-25 °С. Сформований сир подрібнюють на гранули та солять у розчині 10-15 % NaCl протягом 24-48 год при 8-12 °С. Готовий продукт фасують у бочки з розсолем

або у вакуумні пакети. Вихід готової бринзи становить 15-20 % від маси молока, а загальна тривалість процесу – 2-3 доби [4].

Насіння чіа належить до категорії «суперфудів» і є цінним джерелом омега-3 жирних кислот (зокрема α -ліноленової, яка становить до 60 % від складу жиру), клітковини (34-40 %), білка (15-24 %) та мінералів, зокрема кальцію й магнію. Додавання чіа до бринзи з молока Зааненської породи сприяє підвищенню вмісту ненасичених жирних кислот, антиоксидантів і пребіотиків, що надає продукту статусу функціонального. Оптимальною вважається доза 2-5 % від маси готового сиру (20-50 г/кг).

Технологія інтеграції передбачає попереднє замочування насіння у воді (співвідношення 1:5) протягом 2-4 год при 20 °C до утворення гелеподібної маси або подрібнення у борошно для рівномірного розподілу. Набухле насіння вносять у сирне зерно після дренування, на етапі пресування, ретельно перемішуючи 10-15 хв. Альтернативно можна використовувати олію чіа (1-2 %), яку додають під час коагуляції для збагачення жирового складу. Подальші етапи соління та формування залишаються стандартними. Чіа не впливає на процес коагуляції, проте підвищує вологість продукту на 5-10 % і надає йому легкого горіхового присмаку. Контрольні параметри готового продукту: рН у межах 4,5-5,0 та вологість 45-55 %. Такий метод, подібний до технологій збагачення вівчарських сирів олією чіа, довів ефективність і дозволяє розширити асортимент функціональних молочних продуктів [1].

Бринза з козиного молока зааненської породи з додаванням насіння чіа має значні переваги у складі поживних речовин та функціональності. Вона багата на високоякісний білок, який забезпечує організм усіма необхідними амінокислотами, а додавання чіа підвищує його загальну протеїнову цінність на 15–20 %. Жири молока легко засвоювані, а насіння чіа збагачує продукт омега-3 жирними кислотами, які сприяють підтримці серцево-судинної системи та зменшенню запальних процесів. Підвищений вміст клітковини покращує травлення, нормалізує мікрофлору кишечника та допомагає знижувати рівень холестерину. Крім того, продукт містить важливі мінерали — кальцій, магній, фосфор та калій, що зміцнюють кістки та підтримують обмінні процеси. Антиоксиданти та поліфеноли з насіння чіа зменшують окисний стрес і захищають клітини організму. Завдяки цим властивостям бринза стає дієтичною та легко засвоюваною, підтримує здоров'я серця і судин, має антиоксидантний ефект і є придатною для вегетаріанців, людей із непереносимістю лактози та тих, хто прагне включати у свій раціон функціональні продукти [5].

Загалом калорійність продукту залишається на рівні 250-300 ккал/100 г, проте він стає більш дієтичним і функціональним, придатним для веганів, вегетаріанців та людей з алергією на лактозу завдяки низькому вмісту лактози в молоці Зааненської породи.

Бринза з чіа зберігається в розсолі (8-12 % NaCl) для запобігання псуванню та підтримання мікробіологічної безпеки продукту. Рекомендовані умови зберігання включають температуру +2-+8 °C у холодильнику та відносну вологість 85-90 %. У розсолі продукт може зберігатися протягом 14-21 дня, тоді

як при заморожуванні (-18°C) термін зберігання досягає 6 місяців з мінімальними змінами мікрофлори, зокрема молочнокислих бактерій. Для збереження якості використовують герметичні контейнери або вакуумну упаковку, уникаючи прямого впливу світла для збереження омега-3 жирних кислот. Контроль стану продукту включає регулярну перевірку на плісняву; при зберіганні за кімнатної температури ($+18$ - $+20^{\circ}\text{C}$) бринзу слід використовувати не більше 3 днів для дозрівання. Дотримання цих умов забезпечує стабільність сенсорних властивостей та безпечність продукту для споживання.

Виробництво бринзи з козиного молока зааненської породи з додаванням чіа є перспективним напрямом розвитку молочної галузі. Такий продукт поєднує традиційні технології з інноваційними підходами, відповідає запитам сучасного споживача на здорове та функціональне харчування. Масове впровадження цієї технології дозволить розширити асортимент козиних сирів в Україні та підвищити конкурентоспроможність вітчизняних виробників [6]. Крім того, виробництво функціональних сирів сприятиме формуванню нових ринкових ніш, залученню інвестицій у сільськогосподарський сектор і розвитку фермерських господарств, що спеціалізуються на вирощуванні високопродуктивних Зааненських кіз, створюючи умови для підвищення економічної ефективності та інноваційного розвитку галузі.

Висновки. Отже, інтеграція насіння чіа у виробництво бринзи з козиного молока Зааненської породи створює функціональний молочний продукт із підвищеною харчовою цінністю. Продукт містить корисні жирні кислоти, білок, клітковину та антиоксиданти, зберігає традиційний смак і текстуру, а також демонструє стабільність при зберіганні. Така технологія є перспективною для розширення асортименту молочних виробів і задоволення потреб споживачів у здоровому харчуванні. Виробництво бринзи з додаванням чіа сприяє підвищенню функціональності продукту, забезпечує підтримку нормального обміну речовин, зміцнення імунної системи та профілактику серцево-судинних і метаболічних захворювань.

Список використаної літератури

1. Галух Б. І. Накопичення продуктів протеолізу в процесі дозрівання бринзи з молока різних видів тварин. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2020. Том 12 № 2(44) Частина 4. С. 19-25.
2. Зааненська коза: особливості породи та догляду для фермерів. Breaking. URL: <https://homester.com.ua/zaanenska-koza/> (дата звернення: 16.09.2025).
3. Зааненська коза. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Зааненська_коза (дата звернення: 16.09.2025).
4. Китаєва А. П., Безалтична О. О., Кірович Н. О. та ін. Технологія виробництва продукції козівництва. Одеса : Астропринт, 2024. 240 с.
5. Чепиловський Я. Л. Якість молока кіз та продукти його переробки. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: науково-теоретичний збірник*. Житомир: Поліський національний університет. 2024. Вип. 18. С. 12-13.

6. Karban, Y. Physico-chemical parameters of soft and mature cheeses from milk from different breeds of goats. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27(3). 38-42.

Максим ДЖМІЛЬ²¹,
студент 1-го курсу,
факультет технології виробництва,
переробки та робототехніки у тваринництві
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ОРГАНОЛЕПТИЧНА ОЦІНКА М'ЯСА КОЗЛЯТИНИ РІЗНОГО ВІКУ ТВАРИН

Анотація: У статті наведено результати дослідження органолептичних показників м'яса козлятини залежно від віку тварин. Встановлено, що якість козлятини суттєво змінюється з віком: м'ясо молодняка (6–8 місяців) характеризується ніжною консистенцією, високою соковитістю та приємним смаком без сторонніх запахів; м'ясо річних тварин має задовільні властивості, проте стає щільнішим і менш соковитим; м'ясо дорослих кіз (2–3 роки) відзначається жорсткістю, темним кольором та специфічним ароматом. Проведена бальна оцінка органолептичних показників підтвердила, що найбільш споживчо привабливим є м'ясо молодняка.

Ключові слова: козлятина, органолептичні показники, вік тварини, якість м'яса

Annotation: The article presents the results of a study on the organoleptic characteristics of goat meat depending on the age of animals. It was found that the quality of goat meat changes significantly with age: the meat of young goats (6–8 months) is characterized by tender texture, high juiciness, and pleasant taste without foreign odors; the meat of yearling animals has satisfactory properties but becomes firmer and less juicy; the meat of adult goats (2–3 years) is distinguished by toughness, dark color, and a specific flavor. The scoring evaluation of organoleptic characteristics confirmed that the most consumer-attractive meat is obtained from young goats.

Key words: goat meat, organoleptic characteristics, animal age, meat quality

Вступ. У сучасних умовах розвитку харчової промисловості особлива увага приділяється виробництву високоякісних продуктів із функціональними властивостями, які відповідають вимогам раціонального та дієтичного харчування. Одним із перспективних напрямів є використання м'яса нетрадиційних видів тварин, зокрема козлятини.

²¹ Науковий керівник – Надія НОВГОРОДСЬКА, к.с.-г.н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

Козівництво в Україні має значний потенціал, адже кози є невибагливими до умов годівлі й утримання, добре пристосовуються до кліматичних умов, а їх продукція (молоко, м'ясо, вовна) має високу біологічну цінність.

За даними Babiker та співавт. [1], м'ясо козлятини містить більше білка та менше жиру, ніж баранина та яловичина, що визначає його дієтичні властивості. Подібні результати наводять Webb і Casey [2], підкреслюючи, що козлятина є

джерелом повноцінного білка з низьким вмістом холестерину, що робить її придатною для раціонів людей із підвищеним ризиком серцево-судинних захворювань. Важливою характеристикою козлятини, що визначає її конкурентоспроможність, є органолептичні показники. Саме вони формують перше враження споживача та впливають на вибір продукції, доводять, що вікові зміни організму тварини відбиваються на складі м'язової тканини, кількості жиру та вологості, що безпосередньо впливає на колір, консистенцію та соковитість м'яса. Органолептична оцінка є одним із базових методів контролю якості м'яса, який дозволяє швидко встановити придатність сировини до використання у технології м'ясопродуктів.

Актуальність дослідження полягає в необхідності встановлення оптимального віку для забою кіз з метою отримання м'яса найвищої органолептичної якості.

Мета статті – встановити органолептичні показники м'яса козлятини залежно від віку тварин та визначити найбільш сприятливу вікову групу для виробництва харчової продукції.

Об'єктом дослідження було м'ясо козлятини, отримане від кіз місцевих порід, вирощених у господарстві навчальної ферми. Для експерименту відбирали по 3 тварини у кожній віковій групі: молодняк (6–8 місяців), річні тварини (12–14 місяців), дорослі кози (2–3 роки).

Відбирали зразки найдовшого м'яза спини (*m. longissimus dorsi*) масою 200–250 г. Зразки маркували й витримували при температурі 0–2 °C протягом 24 годин для стабілізації біохімічних процесів. Перед дегустацією частину зразків піддавали термічній обробці у воді при температурі 95 ± 2 °C протягом 60 хв.

Оцінювали зовнішній вигляд і колір сирого м'яса, консистенцію, соковитість, запах і смак після варіння.

Виклад основного матеріалу. Після обробки отриманих даних було узагальнено органолептичні показники м'яса козлятини різних вікових груп. Встановлено, що відмінності між зразками виявляються як у зовнішньому вигляді та консистенції сирого м'яса, так і у смакових характеристиках після термічної обробки (табл. 1).

Аналіз отриманих результатів органолептичної оцінки свідчить, що вік тварини суттєво впливає на якість м'яса козлятини.

У молодняка віком 6–8 місяців відзначено найкращі органолептичні характеристики: світло-рожевий рівномірний колір м'язів, тонкий шар білого жиру, ніжна і пружна консистенція, висока соковитість, приємний запах та делікатний смак без сторонніх присмаків. Такі властивості пояснюються

невеликим розвитком сполучної тканини, низьким вмістом жиру та інтенсивними обмінними процесами, характерними для молодих тварин.

М'ясо річних тварин (12–14 місяців) мало задовільні органолептичні показники: рожевий, більш насичений колір, щільніший жир жовтуватого відтінку, консистенція ставала щільнішою й еластичнішою, з відчутними м'язовими волокнами. Соковитість знижувалася, проте аромат і смак залишалися типовими для козлятини та оцінювалися як прийнятні.

Таблиця 1. Органолептична характеристика м'яса козлятини різного віку

Показник	Молодняк (6–8 міс.)	Річні тварини (12–14 міс.)	Дорослі кози (2–3 роки)
Зовнішній вигляд	М'язи світло-рожеві, рівномірно забарвлені, жир білий, тонким шаром, добре розподілений	М'язи рожеві, колір більш насичений, жир блідо-жовтуватий, щільний	М'язи темно-червоні з коричневим відтінком, жир жовтий, грубий, нерівномірно розподілений
Консистенція	Дуже ніжна, пружна, легко розжовується, без виражених волокон	Щільна, еластична, при жуванні відчуваються окремі м'язові волокна	Жорстка, грубоволокниста, відчутна значна кількість сполучної тканини
Соковитість	Висока, виділення соку рясне, м'ясо не пересихає після варіння	Середня, при тривалому жуванні соковитість зменшується	Низька, м'ясо сухе, втрачає значну кількість соку під час термічної обробки
Запах	Прийнятний, ніжний, без сторонніх запахів	Виражений м'ясний, типовий для козлятини	Різкий, із специфічним «старим» запахом, характерним для дорослої тварини
Смак	Ніжний, делікатний, без сторонніх присмаків	Насичений, типовий м'ясний смак, з легкою терпкістю	Інтенсивний, різкуватий, відчутний присмак сала

Найгірші показники були притаманні м'ясу дорослих кіз (2–3 роки). Воно мало темно-червоний колір із коричневим відтінком, жовтий грубий жир, виражену грубоволокнисту структуру та значний вміст сполучної тканини. Соковитість була низькою, запах різким, а смак – інтенсивним, різкуватим, із характерним присмаком сала, що знижувало споживчу привабливість продукту.

Висновки. Вік тварини є одним із ключових чинників, що визначає якість козлятини. Найкращі органолептичні властивості має м'ясо козенят віком 6–8 місяців, яке характеризується ніжністю, соковитістю та відсутністю специфічного запаху. Козлятина від дорослих кіз поступається за показниками споживчої привабливості через жорсткість і виражений аромат.

Список використаної літератури

1. Babiker S.A., El Khider I.A., Shafie S.A. Chemical composition and quality attributes of goat meat and lamb. *Meat Science*. Vol. 28 (4). P. 273-277.

2. Webb, E.C., & Casey, N.H. Physiological limits to growth and the related effects on meat quality. *Livestock Science*. 2010. 130 (1). P. 33-40.

Олександра ВАСИЛЬЄВА²²,
студентка 2 курсу,
факультет ветеринарної медицини,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОСОБЛИВОСТІ УТРИМАННЯ, ПОВЕДІНКИ ТА ЗАХВОРЮВАНЬ ДЖУНГАРСЬКИХ ХОМ'ЯКІВ (PHODOPUS SUNGORUS)

Анотація. У статті викладені біологічні особливості джунгарських хом'яків, природне середовище існування, фізіологічні характеристики та сезонні адаптації. Значну увагу приділено харчуванню, профілактиці захворювань, зокрема цукрового діабету, а також базовим принципам ветеринарного контролю. Джунгарські хом'яки (*Phodopus sungorus*) – це мініатюрні декоративні гризуни, відомі своєю здатністю змінювати забарвлення залежно від сезону, різноманіттям морфологічних форм та активною поведінкою. Рекомендації спрямовані на створення оптимальних умов утримання, соціалізацію, догляд та профілактику найпоширеніших захворювань, що забезпечує довге й здорове життя тварин у домашніх умовах.

Ключові слова: Джунгарський хом'як, *Phodopus sungorus*, догляд за хом'яками, сезонна линька, діабет, поведінка, природна адаптація.

Annotation. The article highlights the biological features of Dzungarian hamsters (*Phodopus sungorus*): natural habitat, physiological characteristics, and seasonal adaptations. Particular attention is paid to nutrition, disease prevention, especially diabetes, as well as the basic principles of veterinary control. Dzungarian hamsters are miniature decorative rodents known for their ability to change coat color depending on the season, morphological diversity, and active behavior. Recommendations are aimed at creating optimal housing conditions, and prevention of the most common diseases.

Keywords: Djungarian hamster, *Phodopus sungorus*, hamster care, seasonal molting, diabetes, behavior, natural adaptation

Вступ. Джунгарський хом'як (*Phodopus sungorus*) — гризун родини хом'якових, який є популярним лабораторним і декоративним видом (рис.1). У природі поширений у степових і напівпустельних зонах Західного та Східного Сибіру, Казахстану, Алтаю та Джунгарського Алатау.

²²Науковий керівник: PhD, старший викладач кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ Колечко А.В.

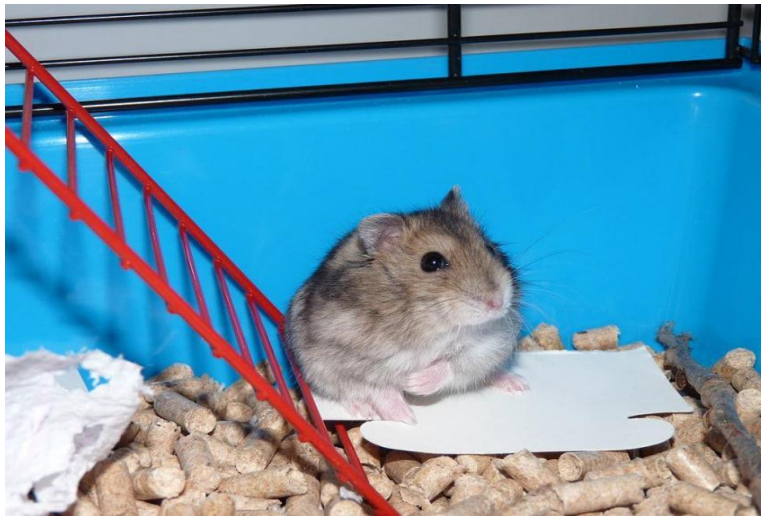


Рис. 1. Утримання в лабораторних умовах Джунгарського хом'яка

Тварини риють багатокамерні нори завглибшки до 1 метра, що дозволяє їм регулювати температуру та захищатися від хижаків. Тривалість життя у дикій природі не перевищує 12 – 14 місяців, тоді як у неволі, за належного догляду, вони доживають до 2 – 2,5 років.

Джунгарські хом'яки відрізняються компактними розмірами (довжина тіла 8–10 см, маса 25 – 65 г), коротким хвостом і характерною темною смугою вздовж спини. У зимовий період їхнє забарвлення світлішає, що виконує функцію камуфляжу. Серед поширених морфотипів, виведених у декоративному розведенні, виділяють стандартний, сапфір, перловий та мандариновий (рис.2) [1,2].



Рис. 2. Забарвлення джунгарських хом'яків

Виклад основного матеріалу. В умовах утримання хом'яки потребують просторої клітки з підстилкою, колеса для бігу та укриттів. Важливо забезпечувати їм належну вологість і температурний режим (20 – 24 °C), оскільки перепади температур та протяги призводять до стресу й захворювань. Джунгарські хом'яки є територіальними, тому спільне утримання кількох особин часто завершується бійками.

З наукової точки зору цей вид цікавий своєю короткою тривалістю репродуктивного циклу, високою плодючістю та здатністю до сезонної зміни шерсті. Разом із тим, джунгарські хом'яки мають схильність до метаболічних порушень, зокрема цукрового діабету, що робить їх цінною моделлю для

біомедичних досліджень. Анатомічні особливості джунгарського хом'яка (*Phodopus sungorus*) Джунгарський хом'ячок, належить до роду мохноногих хом'яків і має низку унікальних анатомічних особливостей, що відрізняють його від сирійського родича. Ця крихітна тваринка має компакту округлу будову тіла з дуже коротким хвостом, який зазвичай не перевищує 1 см у довжину. Голова відносно велика з короткою мордочкою та великими опуклими очима, що надає їй особливої виразності.

Характерною рисою будови кінцівок є густе опушення ступней (*planta pedis*), що відображено в латинській назві роду *Phodopus* - "мохноногий". Ця особливість є адаптацією до життя в холодних умовах середовища існування. Зубна система представлена гістодонтними різцями (*dentes incisivi*), які постійно зростають, та молярами (*dentes molares*) для перетирання їжі. Між ними розташована типова для гризунів діастема (*diastema*).

Шлунково-кишковий тракт джунгарського хом'яка має особливості, пов'язані з його природним раціоном. Сліпа кишка (*caecum*) добре розвинена, що дозволяє ефективно засвоювати рослинну їжу. Особливістю цих хом'ячків є наявність специфічних залоз на животі - так званої запахової залози (*glándula odorífera*), яка використовується для маркування території.

Статеві системи демонструє чіткий статевий диморфізм. У самців чітко виражені сім'яники (*téstes*), особливо помітні в період розмноження. Самиці мають добре розвинений ряд молочних залоз (*glandulae mammariae*), що забезпечує вигодовування численного потомства.

Органи чуття джунгарських хом'яків особливо пристосовані до нічного способу життя. Нюх (*olfactus*) розвинений дуже добре і є основним органом чуття. Слух (*auditus*) також високочутливий, дозволяє сприймати звуки в широкому діапазоні. Зір (*visus*) спеціалізований для нічного сприйняття, хоча в умовах слабкого освітлення вони орієнтуються переважно за допомогою вус (*vibrissae*) та нюху.

Унікальною анатомічною особливістю джунгарських хом'яків є здатність до сезонної зміни забарвлення хутра. Взимку їхнє зимове хутро стає значно світлішим і густішим, що є адаптацією до сніжного покриву в природному середовищі існування.

Джунгарські хом'яки мають специфічні проблеми зі здоров'ям, пов'язані з їхніми невеликими розмірами, швидким метаболізмом та фізіологічними особливостями (рис. 3).



Рис. 3. Хвороби джунгарських хом'яків

Джунгарські хом'яки мають генетичну схильність до розвитку цукрового діабету. Основні симптоми включають підвищену спрагу (полідипсія), часте і рясне сечовиділення (поліурія), коливання ваги (спочатку збільшення, потім різка втрата), летаргію та апатію. Без контролю дієти та своєчасного ветеринарного втручання стан може швидко погіршуватися. Для профілактики та лікування критично важливо виключати з раціону солодкі фрукти, ягоди, сухофрукти та інші продукти з високим вмістом цукру. Рекомендовано використовувати спеціалізований корм із низьким вмістом вуглеводів [3,4].

Джунгарські хом'яки дуже чутливі до переохолодження, протягів та підвищеної вологості. Пневмонія та бронхіт можуть виникати через утримання у холодному приміщенні або на сирій підстилці. Симптоми включають чхання, виділення з носа та очей, важке дихання, хрипи та загальну апатію. Лікування призначає ветеринар і часто включає антибіотики, протизапальні та підтримуючу терапію. Важливо дотримуватися оптимального температурного режиму (20 – 24 °C) та уникати протягів у клітці.

Через компактні розміри та швидкий метаболізм джунгарські хом'яки легко набирають вагу при надмірному годуванні, особливо насінням (соняшникове, гарбузове) та горіхами. Надлишкова маса тіла створює додаткове навантаження на серце та печінку і може призвести до жирового гепатозу. Профілактика включає контроль раціону, обмеження калорійних продуктів та забезпечення фізичної активності через бігове колесо та ігрові елементи в клітці [5-8].

Проблеми із запаховою залозою. На животі джунгарських хом'яків розташована спеціальна запахова залоза, яка використовується для маркування території. Іноді вона може запалюватися або забиватися пори, що проявляється почервонінням, набряком або утворенням кірочки. У таких випадках потрібна консультація ветеринара та місцеве лікування антисептичними засобами [8].

Кон'юнктивіт або травми ока є поширеною проблемою. Причиною можуть бути механічні травми (наприклад, колючки гілок чи соломи), бактеріальна інфекція або застуда. Ознаки включають запухлість, почервоніння, слъозотечу та закриття очка. Лікування включає антисептичні краплі або мазі за призначенням ветеринара. Інші поширені проблеми. До них відносять травми кінцівок, надмірне випадіння шерсті (часто через стрес або паразитів), стоматологічні проблеми (надмірне відростання різців, тріщини на зубах) та гіпотермію. Своєчасна діагностика, підтримання чистоти клітки та збалансоване харчування зменшують ризик розвитку більшості захворювань [9,12].

Висновок. Цей вид цінний у науці завдяки високій плодючості та схильності до метаболічних порушень, особливо цукрового діабету. Серед найпоширеніших проблем зі здоров'ям відзначають діабет, респіраторні інфекції, ожиріння, хвороби печінки, запалення запахової залози, кон'юнктивіт, стоматологічні проблеми й травми. При своєчасному ветеринарному втручанні більшість цих станів успішно контролюються, що робить джунгарських хом'яків цінними як лабораторними тваринами, так і декоративними улюбленцями.

Список використаної літератури

1. Коваленко І. М. Ветеринарія дрібних гризунів : навчальний посібник. Київ: Аграрна наука. 2021. 220 с.
2. Бондаренко Л. О., Ткаченко С. І. Особливості утримання та догляду за мініатюрними гризунами. Львів: ЛНУВМ та БТ. 2022. 176 с.
3. Smirnov A., Petrenko O. Clinical aspects of diabetes in dwarf hamsters (*Phodopus sungorus*). *Veterinary Research Journal*. 2021. Vol. 13. №. 2. P. 58–65.
4. Müller K., Schmidt J. Seasonal coat changes and physiology of *Phodopus sungorus*. *Journal of Exotic Pet Medicine*. 2020. Vol. 29. №. 6. P. 301–309.
5. Кравчук Д. І. Хвороби декоративних гризунів: монографія. Харків: ХНАУ. 2023. 245 с.
6. Єфімова А. С., Дяченко Ю. М. Патології органів дихання у дрібних гризунів. *Сучасна ветеринарія*. 2020. № 5. С. 119–124.
7. Brown A., Li Y. Advances in treatment of ocular diseases in dwarf hamsters. *Small Animal Practice Review*. 2022. Vol. 9. №. 1. P. 14–22.
8. Novak J., Fischer T. Obesity and liver problems in dwarf hamsters. *European Journal of Small Animal Medicine*. 2021. Vol. 15. №. 3. P. 87–94.
9. Поліщук Л. О. Основи діагностики та профілактики хвороб гризунів. Одеса: ОНУ. 2022. 198 с.
10. Zhao L., Kimura H. Advances in laboratory hamster medicine. *Journal of Comparative Medicine*. 2021. Vol. 18. № 2. P. 102–110.
11. Гриценко С. В. Декоративні тварини у ветеринарній практиці : навчальний посібник. Харків: ХНАУ. 2020. 233 с.
12. Petrov P., Horbenko L. Specific health challenges of dwarf hamsters. *Veterinary Sciences*. 2023. Vol. 11. №. 4. P. 55–63.

Ангеліна МАТЕЄНКО²³,
студентка 3 курсу,
факультет ветеринарної медицини,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна

СУЧАСНА АНЕСТЕЗІОЛОГІЯ ДОМАШНІХ, СВІЙСЬКИХ ТА ЕКЗОТИЧНИХ ТВАРИН

Анотація. У статті розглядаються особливості застосування анестезії у різних групах тварин: домашніх, сільськогосподарських та екзотичних. Наведено основні принципи вибору препаратів, методів введення та моніторингу стану тварин під час анестезії. Особливу увагу приділено специфіці фізіологічної відповіді різних видів на анестетики, а також ризикам і ускладненням, які можуть виникати у процесі знеболення. Розглянуто сучасні тенденції у ветеринарній анестезіології та рекомендації щодо забезпечення безпечного і ефективного проведення процедур. Стаття буде корисною для ветеринарних лікарів, студентів ветеринарної медицини та дослідників у галузі ветеринарії.

Ключові слова: ветеринарна анестезіологія, домашні тварини, сільськогосподарські тварини, екзотичні тварини, знеболення, анестетики.

Annotation. The article explores the specific features of anesthesia application in different groups of animals: companion, farm, and exotic species. It outlines the key principles for selecting anesthetic drugs, administration techniques, and monitoring protocols during anesthesia. Special attention is given to the physiological responses of various species to anesthetics, as well as the potential risks and complications associated with anesthesia. The article also discusses current trends in veterinary anesthesiology and provides recommendations for safe and effective anesthetic procedures. This publication will be useful for veterinarians, veterinary medicine students, and researchers in the field of animal health.

Key words: veterinary anesthesiology, companion animals, farm animals, exotic animals, analgesia, anesthetics.

Вступ. Анестезіологія є однією з головних дисциплін у сучасній ветеринарії, оскільки дозволяє виконувати необхідні хірургічні втручання та медичні процедури без болю для тварин.

Особливістю анестезії у ветеринарії є те, що вона має враховувати не лише фізіологічні особливості кожного виду, а й їх поведінкові характеристики, які можуть істотно різнитися.

²³Науковий керівник: PhD, старший викладач кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ Колечко А.В.

У статті розглянуто основи анестезіології для домашніх, свійських та екзотичних тварин, зокрема сучасні методи анестезії, фармакологічні засоби та принципи безпеки під час проведення анестезії.

Виклад основного матеріалу. Домашні тварини, зокрема собаки та коти, є найпоширенішими пацієнтами у ветеринарних клініках. Анестезія для них може бути як інгаляційною (з застосуванням газоподібних анестетиків), так і ін'єкційною (введенням препаратів через вену чи м'язи). Найбільш часто використовуваними препаратами для інгаляційної анестезії є ізофлуран та сеофлуран, які гарантують швидку індукцію та швидке відновлення після операції. [1]

Звичайно, ось розширений текст, написаний з урахуванням наданого матеріалу та посилань на літературу, без використання пунктів.

Ветеринарна анестезіологія є складною і динамічною галуззю, що вимагає глибокого розуміння фармакологічних принципів і постійного контролю за станом пацієнта. Процес анестезії починається з премедикації — критично важливого етапу, який спрямований на зниження стресу та тривоги у тварини перед хірургічним втручанням. Зазвичай для цього застосовуються седативні препарати, зокрема бензодіазепіни, такі як діазепам або мідозалам [2, 3]. Ці засоби допомагають заспокоїти пацієнта, що не лише робить процедуру введення в наркоз більш комфортною, а й дозволяє зменшити дози основних анестетиків, мінімізуючи їхні побічні ефекти. Наступним етапом є індукція анестезії, що передбачає швидке та ефективно занурення тварини в несвідомий стан. Для цього застосовуються препарати, які забезпечують швидкий початок дії, наприклад, пропофол або кетамін, або їх комбінації. Ці засоби надають можливість швидко досягти необхідного рівня анестезії, забезпечуючи мінімальні побічні ефекти [4]. Після введення в наркоз, анестезія підтримується протягом усієї операції, що вимагає постійного і ретельного спостереження за станом тварини. Під час процедури ветеринар повинен контролювати основні параметри життєдіяльності: дихання, серцевий ритм, артеріальний тиск та температуру тіла. Для цього використовуються спеціальні монітори, які дозволяють отримувати інформацію в реальному часі, що є запорукою своєчасної реакції на будь-які ускладнення.

Особливості анестезії у свійських та екзотичних тварин.

Анестезіологія вимагає індивідуального підходу, оскільки фізіологія різних видів тварин значно відрізняється. Свійські тварини, такі як корови, свині та коні, мають свої особливості, що потребують окремого вибору препаратів і методів їх введення [5]. Для корів характерне використання загальної анестезії, часто у вигляді ін'єкційних препаратів або в поєднанні з регіональними блокадами. Зважаючи на їхню схильність до стресу, важливо забезпечити спокій. Зазвичай застосовують ксилазін як седативний засіб у поєднанні з кетаміном. Анестезія у свиней часто включає комбінацію інгаляційної анестезії з використанням ізофлурану або севофлурану та премедикації, яку можна провести внутрішньом'язово або внутрішньовенно, наприклад, з використанням ксилазіну або детомідомідину. Коні вимагають особливої уваги через свою велику масу

тіла та специфічну анатомію. Для них необхідні як загальна анестезія, так і локальні методи знеболювання, а серед препаратів, що використовуються, можна виділити детомідомідин, ксилазін, кетамін та ізофлуран [6].

Анестезія екзотичних тварин також потребує індивідуалізованого підходу, оскільки їх фізіологія суттєво відрізняється від домашніх і свійських тварин. Для рептилій основними факторами, які слід враховувати, є низька температура тіла та повільний метаболізм. Це вимагає ретельної корекції доз анестетиків і постійного контролю температури тіла. Для анестезії рептилій застосовуються такі препарати, як кетамін, ізофлуран або ксилазін. Птахи надзвичайно чутливі до змін в анестезії через їх високий метаболізм. Анестезія у них має бути короткочасною, а препарати — мінімізованими. Зазвичай для птахів використовують севофлуран або ізофлуран, а також низькі дози кетаміну. Екзотичні ссавці, такі як примати або дрібні гризуни, можуть отримувати анестезію, подібну до тієї, що застосовується для собак і котів, але з урахуванням їх фізіологічних відмінностей та розмірів тіла [7, 8].

Сучасна анестезіологія постійно розвивається, але стикається з рядом ключових проблем та викликів. Одним із них є анестезія для тварин з особливими потребами, наприклад, із хронічними захворюваннями, такими як серцева чи печінкова недостатність, що вимагає спеціальних підходів та обережного вибору препаратів. Іншою важливою проблемою є робота з маленькими тваринами, де навіть незначні помилки в дозуванні можуть призвести до летального результату. Також проблеми можуть виникати через взаємодію різних анестезіологічних засобів, що вимагає від ветеринара глибоких знань і великої обережності при їх підборі.

Майбутнє анестезіології у ветеринарії передбачає розвиток нових, більш безпечних препаратів та технологій. Це включатиме удосконалення анестезії, що дозволить скоротити період відновлення тварини після операцій, зменшити побічні ефекти та підвищити точність дозування. Крім того, перспективними напрямками є розробка індивідуальних схем анестезії для різних видів тварин на основі їх генетичних і фізіологічних особливостей, а також застосування технологій, що дозволяють проводити безпечні та ефективні операції навіть у тварин з високим ризиком [9].

Особливе місце займають методи регіональної та локальної анестезії, які все частіше комбінуються із загальним наркозом. Цей підхід, відомий як мультимодальна анестезія, передбачає використання кількох анестетиків та анальгетиків з різними механізмами дії. Наприклад, комбінація загальної анестезії для втрати свідомості з локальною блокадою нервів для знеболення конкретної ділянки тіла дозволяє значно знизити дозу системних препаратів. Це мінімізує їх побічні ефекти, такі як гіпотензія, аритмія та післяопераційна нудота, і забезпечує більш гладке та швидке відновлення.

Управління болем після операції також є невід'ємною частиною анестезіологічного протоколу. Післяопераційна анальгезія може включати застосування нестероїдних протизапальних препаратів (НПЗП), опіоїдів та інших анальгетиків, що допомагають тварині комфортно відновитися. Крім того,

розвиток технологій моніторингу вийшов за межі базових показників. Сучасні апарати дозволяють відстежувати не лише пульс і дихання, але й інші важливі параметри, такі як енд-тідальний CO₂ (концентрація вуглекислого газу наприкінці видиху), що дає точнішу оцінку ефективності вентиляції легень. Капнографія, зокрема, допомагає виявити проблеми з диханням або кровообігом на ранній стадії, ще до появи клінічних симптомів [10].

Ще одним важливим напрямком є анестезія для пацієнтів-геріатрів. У літніх тварин часто спостерігаються супутні захворювання, серед яких серцева недостатність або зниження функції нирок, що робить їх чутливими до анестетиків. Ветеринарні анестезіологи повинні використовувати протоколи, які мінімізують навантаження на ці органи та забезпечують стабільність стану. Молоді пацієнти, навпаки, мають підвищений ризик гіпоглікемії та гіпотермії через їхній високий метаболізм і низькі запаси жиру. Відповідно, протоколи для них включають постійний контроль рівня глюкози в крові та підтримання оптимальної температури тіла.

Усе це вказує на те, що ветеринарна анестезіологія — це не просто процес введення тварини в сон. Це комплексна наука, що поєднує фармакологію, фізіологію, інструментальний моніторинг та мистецтво управління болем, щоб забезпечити безпеку та благополуччя пацієнта на кожному етапі медичної процедури.

Хоча анестезія значно вдосконалилась, вона все ще несе певні ризики, і ветеринарні лікарі повинні бути готові до загальних ускладнень, які можуть виникнути незалежно від виду тварини. Розуміння цих ризиків та вміння швидко на них реагувати є ключовою частиною ветеринарної практики.

Одним із найпоширеніших ускладнень є дихальна депресія або апное (повна зупинка дихання). Більшість анестетиків, особливо інгаляційні та опіоїди, пригнічують дихальний центр у мозку. Це призводить до зниження частоти дихальних рухів та їхньої глибини, що може спричинити гіпоксію (низький рівень кисню в крові) та гіперкапнію (накопичення вуглекислого газу). Ця проблема вирішується шляхом інтубації трахеї та підключення тварини до апарату штучної вентиляції легень, який допомагає підтримувати адекватний газообмін.

Гіпотензія (зниження артеріального тиску) є дуже частим ускладненням анестезії. Це може бути спричинено вазодилатацією (розширенням судин) під впливом анестетиків, зменшенням об'єму крові або зниженням сили скорочень серця. Тривала гіпотензія призводить до недостатнього кровопостачання життєво важливих органів, що може спричинити ураження нирок, печінки та мозку. Для корекції гіпотензії застосовують внутрішньовенні інфузії рідин та, за необхідності, судинозвужувальні препарати (вазопресори). Брадікардія (уповільнення серцевого ритму) та аритмія також можуть виникати під час анестезії, особливо при використанні певних седативних.

Гіпотермія (зниження температури тіла) є серйозним ризиком для всіх анестезованих тварин, але особливо для дрібних пацієнтів та екзотичних видів. Це пов'язано з пригніченням центру терморегуляції в мозку, втратою тепла через

відкриті порожнини тіла під час операції та використанням холодних внутрішньовенних рідин. Гіпотермія уповільнює метаболізм, подовжує час відновлення після анестезії та підвищує ризик інфекцій. Запобігання цьому ускладненню включає використання грілок, термоізоляційних покривал та підігрітих внутрішньовенних розчинів.

Етап пробудження тварини також може бути небезпечним. Іноді тварини можуть відчувати дискомфорт, дезорієнтацію або навіть агресію. Неправильно кероване пробудження, особливо у коней та великих тварин, може призвести до травм, переломів або інших пошкоджень. Крім того, деякі препарати можуть спричиняти післяопераційну нудоту або блювоту, що є небезпечним, особливо для тварин з ризиком аспірації.

Висновок. Ветеринарна анестезіологія є критично важливою галуззю, що забезпечує безболісне та безпечне лікування тварин під час хірургічних втручань, діагностичних процедур і терапевтичних маніпуляцій. Цей процес вимагає глибоких знань, професіоналізму та постійного вдосконалення. Успіх анестезії залежить від кількох ключових факторів. По-перше, це використання новітніх препаратів і методів, що забезпечують мінімум побічних ефектів, таких як мультимодальна анестезія, яка поєднує препарати з різними механізмами дії для досягнення максимального знеболення при мінімальних дозах. По-друге, ключовим фактором є глибоке розуміння фізіології різних видів тварин. Враховується унікальні особливості кожної тварини — від великої маси тіла коней до повільного метаболізму рептилій — і розробляються індивідуальні протоколи, адаптовані до конкретного виду, віку та стану здоров'я тварини. Використання сучасних моніторів життєдіяльності дозволяє в реальному часі контролювати ключові показники, такі як артеріальний тиск, серцевий ритм та насичення крові киснем. Це дає можливість миттєво реагувати на найменші відхилення та запобігати ускладненням, що робить процедуру максимально безпечною. Таким чином, сучасна ветеринарна анестезіологія є складною, але надзвичайно важливою наукою, що поєднує фармакологію, фізіологію та технології для забезпечення найвищого стандарту турботи про благополуччя тварин.

Список використаної літератури

1. Бисага В. І., Бисага Ю. В. Ветеринарна анестезіологія: навч. посіб. Київ: Урожай. 2019. 320 с.
2. Бондаренко П. І. Основи загальної та місцевої анестезії у ветеринарії. Харків: Основа. 2020. 280 с.
3. Гаврилюк С. В. Сучасні методи знеболювання у ветеринарній медицині. Львів: Світ. 2018. 248 с.
4. Гнатюк М. С. Анестезія та інтенсивна терапія у дрібних домашніх тварин. Київ: Видавничий дім «Слово». 2021. 310 с.
5. Дяченко І. І. Основи фармакології та анестезії у ветеринарії. Київ: Вища школа. 2017. 290 с.
6. Іваненко О. В. Анестезія у сільськогосподарських тварин. Полтава: Астроя. 2020. 265 с.

7. Ковальчук Н. І. Сучасні підходи до аналгезії у ветеринарній практиці. Київ: Наукова думка. 2019. 212 с.
8. Мороз Г. М. Використання інгаляційних анестетиків у ветеринарній практиці. Львів: Світ. 2021. 198 с.
9. Нікітін А. С. Анестезіологія екзотичних тварин: навч. посіб. Київ: Кондор. 2019. 230 с.
10. Шевчук Л. М. Ветеринарна анестезіологія та інтенсивна терапія: сучасні підходи. Київ: Медкнига. 2022. 340 с.